



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКА ДЕРЖАВНА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ
МІЖНАРОДНА АКАДЕМІЯ НАУК ЕКОЛОГІЇ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ
EUROPEAN ASSOCIATION FOR SECURITY
КРІЮНГОВА КОМПАНІЯ «MARLOW NAVIGATION»
ЛИТОВСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ
ВІЙСЬКОВО-МОРСЬКА АКАДЕМІЯ ІМ. НІКОЛИ ВАПЦАРОВА
ЛАТВІЙСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ

МАТЕРІАЛИ
VII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ НА ТРАНСПОРТІ ТА ВИРОБНИЦТВІ - ОСВІТА, НАУКА, ПРАКТИКА



м. Херсон
09 – 12 вересня 2020 року

У збірнику представлено матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції «Безпека життєдіяльності на транспорті та виробництві - освіта, наука, практика», яка відбулася 09 – 12 вересня 2020 року і була присвячена актуальним питанням у галузі безпеки на транспорті і виробництві.

Матеріали збірки розраховані на викладачів та студентів вищих навчальних закладів, фахівців науково-дослідних установ та підприємств.

Затверджено до друку рішенням Вченої ради Херсонської державної морської академії (протокол №1 від 28 серпня 2020 року).

Організаційний комітет:

- голова - **Чернявський Василь Васильович - ректор Херсонської державної морської академії;**
заступник - **Бень Андрій Павлович – проректор з науково-педагогічної роботи;**
и голови - **Лешенко Альона - директор Наукового парку «Інновації морської індустрії»;**
Селіванов Станіслав Євгенович – професор кафедри судноводіння та електронних навігаційних систем, секція безпеки життєдіяльності на морі.

Програмний комітет:

- Палагін О.В. - д.т.н., професор, академік НАН України, заступник директора з наукової роботи Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, Україна;
Клепиков В.Ф. - д.фіз.-мат.н., професор, член кореспондент Національної академії наук України, директор Інституту електрофізики і радіаційних технологій НАН, Україна;
Еннан А.А.-А. - д.х.н., професор, директор Фізико-хімічного інституту захисту навколишнього середовища і людини МОН і НАНУ, Україна;
Калита П.Я. - к.т.н., професор, президент «Українська асоціація досконалості та якості», Україна;
Любіч О.О. - д.е.н., професор, віце-президент ДННУ «Академія фінансового управління», президент Українського національного відділення Міжнародної академії наук екології та безпеки життєдіяльності, Україна;
Запорожець О.І. - д.т.н., професор, проректор з міжнародних зв'язків і освіти Національного авіаційного університету, Україна;
Андронов В.А. - д.т.н., професор, проректор з наукової роботи Національного університету цивільного захисту України, полковник служби цивільного захисту, Україна;
Хворост М.В. - д.т.н., професор, директор центру заочно-дистанційного навчання, професор кафедри охорони праці та безпеки життєдіяльності Харківського національного університету міського господарства ім. О.М. Бекетова, Україна;
Васюхін М.І. - д.т.н., професор, провідний науковий співробітник Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, Україна;
Софронков О.Н. - д.т.н., професор, завідувач кафедри хімії навколишнього середовища Одеського державного екологічного університету, Україна;
Колегасв М.О. - к.т.н., професор, декан судномеханічного факультету, завідувач кафедри безпеки життєдіяльності Національного університету «Одеська морська академія», Україна;
Самсонкін В.М. - д.т.н., професор, професор кафедри технологій транспорту та управління процесами перевезень Державного університету інфраструктури та технологій, Україна;
Белев Б. - капітан далекого плавання, Вчений секретар факультету Судноводіння Військово-морської академії імені Ніколи Вапцарова, Варна, Болгарія;
Leszek F. Korzeniowski - prof. nadzv, dr.hab, prezes Europejskiego Stowarzyszenia Nauk o Bezpieczenstwie, Краков, Польща;
Лазаренков О.М. - д.т.н., професор, завідувач кафедри охорони праці Білоруського національного технічного університету, Республіка Білорусь;
Boris Blyukher - PhD., PE, CSP, CQE, Professor Department of Health, Safety and Environmental Sciences, Indiana State University, США;
Насіров Ш.Ш. - Головний центр Єдиної системи управління повітряним рухом держпідприємства AZANS, Азербайджанська Республіка;
Сінгх Віджай - director G.P.S. Academy, J.P. Nagar UP, Індія;
Zhuk O. - prof. zw. dr hab. inż., professor, Uniwersytet Opolski, Польща;
Lileikis S. - Associate Professor, Doctor of Social Sciences, Lithuanian Maritime Academy, Литва;
Mickiene R. - Deputy Director for Academic Affairs, Lithuanian Maritime Academy, Литва;
Carjova K. - Dr. Sc. Ing., Rector, asoc. prof., Latvian Maritime Academy, Латвія;
Rijkure A. - Dr. oec., Vice Rector in Research, asoc. prof., Latvian Maritime Academy, Латвія.

З указу імператора Миколи I про заснування училища торгового мореплавання:

«У Херсоні засновується училище торгового мореплавання, для розміщення цього закладу призначається три будинки скасованого Адміралтейства. Мета цього навчального закладу є у підготовці молодих людей: по-перше, у штурмани і шкіпера на приватні купецькі морехідні судна, і, по-друге, в будівельники комерційних суден ...».

7 лютого 1834 року.

Шановні друзі, колеги!

Вас вітає Херсонська державна морська академія – найстаріший морський навчальний заклад в Україні. Щиро вдячні Вам, що прийняли участь у VII Міжнародній науково-практичній конференції «Безпека життєдіяльності на транспорті та виробництві – освіта, наука, практика». Херсонщина – перлина Півдня України, яка має унікальні можливості та невичерпаний потенціал: потужну науково-дослідну та освітню бази для впровадження інноваційних енергозберігаючих технологій та альтернативних джерел енергії. Херсон – це водні «ворота» України, місто втілення мрій багатьох поколінь моряків.

До участі у конференції були залучені провідні фахівці навчальних закладів, підприємств та організацій України, Литви, Латвії, Білорусії, Болгарії, Азербайджану, Польщі, Індії, Америки.

Конференція має на меті узагальнити нові прикладні та теоретичні результати у галузі безпеки на транспорті і виробництві.

У рамках тематик конференції: освіта у напрямку безпеки життєдіяльності, охорона праці і цивільної безпеки, компетентнісний підхід в підготовці спеціалістів; екологізація освіти як основа стратегії збалансованого розвитку; безпека і охорона праці у різних сферах діяльності людини (транспорт, надзвичайні ситуації, промисловість, інформаційні технології та ін.); фактори ризику безпеки людини; безпека атомної енергетики; екологічна безпека; альтернативні (відновлювані) джерела енергії; проблеми надійності та енергозбереження, передбачено проведення пленарного засідання, робота секцій і круглих столів.

Ми впевнені, що досить широка проблематика наукових праць конференції буде сприяти обміну думками та пошуку нових пріоритетних напрямків наукових досліджень, встановленню та розвитку нових контактів у сфері наукового співробітництва між навчальними закладами, науковими установами, підприємствами України та зарубіжжя, залученню молодих науковців до розробки актуальних напрямків наукових досліджень у транспортній галузі тощо.

Організатори дякують усім учасникам конференції та сподіваються, що БЖД-2020 стане добрим продовженням зустрічей та спілкування, початок яких покладено на попередніх конференціях, а також щиро шкодують з приводу неможливості проведення в очному форматі пленарного засідання конференції у залі навчального корпусу академії в зв'язку з карантинними обставинами, пов'язаними з пандемією COVID-19. Ми сподіваємось на Ваше розуміння обставин, що склались, і активну участь у форматі відеоконференції.

Ми маємо надію, що традиції, започатковані конференцією та дана збірка наукових праць стануть корисними не тільки для її учасників, а й для широкого кола науковців, молодих вчених, які займаються теоретичними та прикладними дослідженнями у галузі безпеки на транспорті і виробництві.

Висловлюємо свою щиро подяку усім авторам доповідей за порозуміння та співпрацю з організаторами.

Бажаємо нових ідей та досягнень, плідної роботи та нових відкриттів!

З повагою, Організаційний та Програмний комітети.

From the Emperor Nicholas I decree on the establishment of a school of merchant shipping:

«A school of merchant shipping is being established in Kherson. Three buildings of the abolished Admiralty are being appointed to house this institution. The purpose of this educational institution is to train young people: firstly, as navigators and skippers for private merchant seagoing vessels, and, secondly, as builders of commercial vessels ...».

February 7, 1834.

Dear friends, colleagues!

Welcome to Kherson State Maritime Academy - the oldest maritime school in Ukraine. We are sincerely grateful to you for taking part in the VII International scientific-practical conference "Safety of life in transport and production - education, science, practice". Kherson region is a pearl of the South of Ukraine, which has unique opportunities and inexhaustible potential: a powerful research and educational base for the introduction of innovative energy-saving technologies and alternative energy sources. Kherson is the water "gate" of Ukraine, the city of dreams of many sailors generations.

Leading specialists of educational institutions, enterprises and organizations of Ukraine, Lithuania, Latvia, Belarus, Bulgaria, Azerbaijan, Poland, India and America were involved in the conference.

The conference aims at summarizing new applied and theoretical results in the field of transport and industrial safety.

Within the framework of the conference there are such topics: education in the field of life safety, labor protection and civil safety, competence approach in training specialists; greening of education as a basis for a balanced development strategy; occupational safety and health in various spheres of human activity (transport, emergencies, industry, information technology, etc.); human safety risk factors; nuclear energy safety; ecological safety; alternative (renewable) energy sources; problems of reliability and energy saving; plenary session, work of sections and round tables are provided.

We are confident that a wide range of scientific papers of the conference will facilitate the exchange of views and search for new priority areas of research, establishing and developing new contacts in the field of scientific cooperation between educational and research institutions, enterprises of Ukraine and abroad, attracting young scientists to research in the field of transport, etc.

The organizers thank all the participants of the conference and hope that SOL-2020 will be a good continuation of the meetings and communication, which began at previous conferences, and also sincerely regret the impossibility of holding a plenary conference in the hall of the academy according to quarantine circumstances related to the COVID-19 pandemic. We hope for your understanding of the circumstances and active participation in the video conference format.

We hope that the traditions started by the conference and this collection of scientific papers will be useful not only for its participants, but also for a wide range of scientists, young scientists engaged in theoretical and applied research in the field of transport and industrial safety.

We express our sincere gratitude to all the authors of the reports for their understanding and cooperation with the organizers.

We wish you new ideas and achievements, fruitful work and new discoveries!

Sincerely, Organizational and Program Committees.



**СЕКЦІЯ 1. ОСВІТА У НАПРЯМКУ БЕЗПЕКИ
ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОХОРОНИ ПРАЦІ,
ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ ТА ЕКОЛОГІЇ.
КОМПЕТЕНТНІСТНИЙ ПІДХІД В ПІДГОТОВЦІ
СПЕЦІАЛІСТІВ**



БЕЗПЕКА І ОХОРОНА ПРАЦІ СТУДЕНТІВ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ДИСТАНЦІЙНИХ НАВЧАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Бажинова Н.О.

Житлово-комунальний коледж Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова
(м. Харків, Україна)

На сьогоднішній день більша частина навчальних закладів різного рівня в Україні та за кордоном використовує в педагогічному процесі дистанційні технології. Більшість студентів на сьогодні розглядають дану форму навчання, як альтернативу звичайній не тільки при отриманні другої освіти, підвищення кваліфікації, а й вибирають цей спосіб для отримання першої вищої освіти. Ще 10 років тому чисельність студентів у світі, які здобувають освіту за дистанційними технологіями, перевищувала чисельність студентів денної форми навчання. Сучасні тенденції необхідно впроваджувати, багато навчальних закладів це розуміють і намагаються розвиватися в цьому напрямку. До речі, правильно говорити «дистанційне навчання», а не «дистанційна освіта», тому що це всього лише інший спосіб формування знань і умінь студента, а зміст освіти при цьому залишається незмінним.

Для забезпечення оптимізації навчального процесу, повноцінного психічного здоров'я, підвищення адаптаційних можливостей до дистанційного навчання не пізніше, ніж за два тижні до початку навчання, проводиться психолого-педагогічний консилиум. На підставі рекомендацій якого, з урахуванням побажання студентів, складаються індивідуальні навчальні плани. До показників раціональної організації навчального процесу слід віднести розробку і складання індивідуального розкладу. Індивідуальні навчальні плани затверджуються на півріччя. При наявності об'єктивних причин (при тривалій відсутності того, хто навчається на заняттях через погіршення здоров'я, проходження санаторно-курортного лікування і т.п.) і рекомендацій психолого-педагогічного консилиуму індивідуальні навчальні плани можуть коригуватися, але не частіше ніж один раз на півріччя.

Апаратно-програмний комплект повинен відповідати технічним вимогам, що пред'являються до апаратних і програмних засобів, що забезпечують взаємодію з комп'ютером студента.

Важливим фактором впливу на здоров'я студентів є організація робочого місця для навчання. Тут доречно буде навести основні параметри по створенню умов для дистанційного навчання студентів з урахуванням здоров'язберігаючої діяльності:

- гігієнічні умови в приміщенні-кімнаті, де проходять дистанційні уроки, повинні відповідати наведеним параметрам: чистота, температура і свіжість повітря, раціональність освітлення робочого місця учня (світло повинне падати зверху на клавіатуру);
- технічні засоби навчання повинні застосовуватися відповідно до гігієнічних норм;



- робочий стіл з обладнанням треба розташувати недалеко від природного освітлення, не повинно бути монотонних, неприємних звукових подразників;

- на робочому столі краще розмістити не тільки комп'ютер, але і принтер, сканер в безпечному положенні, технічні засоби повинні бути розташовані на відстані витягнутої руки; з боку провідної руки має бути місце для письма;

- обладнання не повинно бути доступним маленьким дітям, домашнім тваринам, бажано організувати так робоче місце студента для дистанційних занять, щоб можна було прибрати або прикрити обладнання, коли учень не працює.

Дистанційні викладачі повинні будувати свою роботу з використанням різних методів навчання (наочно-образних, словесно-логічних, практичних, аудіовізуальних), не менше трьох за заняття.

Викладачам рекомендовано використовувати часту зміну видів діяльності з метою підтримки інтересу до досліджуваного матеріалу і попередження стомлюваності (рекомендується 4-7 видів різноманітних занять). Орієнтовна норма чергування різних видів навчальної діяльності –15-20 хвилин.

На занятті викладачі повинні створювати спокійну ділову обстановку, давати достатні за обсягом і складності завдання, з необхідними поясненнями.

У програмі індивідуальної підготовки в тому числі домашнього завдання регламентується час роботи на комп'ютері. Решта навчальний час навчаються використовують на роботу з різними джерелами інформації. Система оцінювання супроводжує збереженню психологічного здоров'я учнів під час дистанційного навчання, при якій студенти не порівнюються один з одним, а де визначається динаміка зростання кожного учня. Робота, виконана студентом, оцінюється і рецензується. Рецензія несе інформацію про досягнення студента і про проблеми, які йому треба буде розв'язати. Дозволяє порівняти сьогоднішні досягнення студента з його ж успіхами деякий час назад. Ставлення учня до досліджуваного матеріалу стає більш зацікавленим, з'являється впевненість у своїх силах і наполегливість в досягненні результату.

ЛІТЕРАТУРА

1. Якунін А. В. Проблеми здоров'язбереження при повномасштабному дистанційному навчанні / А. В. Якунін // Всеукраїнська науково-практична конференція «Здоров'язбережувальні технології закладу освіти в умовах сучасних освітніх змін» 6 – 7 червня 2019 року, м. Тернопіль. – С. 95 – 100.

2. Смирнова-Трибульська Є. М. Теоретико-методичні основи формування інформатичних компетентностей вчителів у галузі дистанційного навчання / Є. М. Смирнова-Трибульська//Theory and methods of learning mathematics, physics, informatics. – 2008. – Т. 7. – №. 3. – С. 4 – 14.

3. Кареліна О. В. Формування умінь з інформаційних технологій у процесі дистанційного навчання студентів вищих економічних навчальних закладів. – Тернопіль, 2005.–16 с.



ПЕРСПЕКТИВЫ ЭКСПРЕСС ТЕСТИРОВАНИЯ ПЕРСОНАЛА ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ АВАРИЙНОСТИ НА ВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ

Беликов В.Б.

Академический центр экологии и безопасности жизнедеятельности
(г. Днепр, Украина)

Многие исследователи отмечают, что одной из главных причин аварий и катастроф, является человеческий фактор. Как минимизировать риски? Ведь предотвратить всегда эффективнее, чем устранять последствия. По нашему мнению, таким шагом по минимизации рисков может стать экспресс тестирование персонала и курсантов.

В результате морских катастроф ежегодно в мире погибает около 200 тыс. человек. Каждый день в акваториях пребывают 30 тыс. судов, а общая численность экипажей на них превышает 1 млн. человек.

Причинами аварийных ситуаций на воде всегда были: морская стихия, поломка техники и ошибочные действия человека. Анализируя статистику морских происшествий, основными причинами аварийных случаев на морском транспорте можно считать: – ошибки судоводительского состава в управлении судном; – низкая квалификация членов экипажей судов; – износ механизмов и оборудования судов; – невнимание судовладельцев к вопросам безопасности на море. С каждым годом количество водного транспорта только увеличивается. Сегодня более 60% мирового грузооборота совершается по морю. Статистика аварий водного транспорта по данным Регистра судоходства Ллойда, содержит информацию касательно ежегодной гибели 300–400 судов и авариях на 8 тыс. суден. Количество человеческих жертв также ужасает.

Цитирую: «Всеобщее признание «человеческого фактора» как ведущего компонента большинства чрезвычайных ситуаций в море, вызывает настоятельную необходимость перейти от декларативного, пассивного признания данного факта к изучению его глубинных механизмов и разработке на этой основе действенных мер по снижению аварийности и повышению качества системы безопасности мореплавания, региональных и глобальной систем поиска и спасения. 3. Важным элементом оптимизации деятельности этих систем является поэтапный переход от отработки отдельных профессионально важных качеств у моряков к планомерному формированию и поддержанию в активном состоянии многоплановых компетенций морского труда с выработкой, закреплением на практике и возрастанием в процессе накопления опыта такого интегрального качества как профессиональная компетентность. Это является надежным путем для существенного снижения вклада «человеческого фактора» в аварийность.» УДК 656.61 621.11 АВАРИИ МОРСКИХ СУДОВ И ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ КОМПЕТЕНТНОСТЬ ПЛАВСОСТАВА Голикова В.В. 1,2, Потапов Е.А. 1, Шафран Л.М. 1 1Украинский НИИ медицины транспорта, Одесса, 2 Национальный университет «Одесская морская академия», Одесса



В условиях нынешнего системного кризиса особую актуальность приобретают задачи сохранения жизни и здоровья людей. Хронические болезни, ранняя смертность, психологические проблемы, снижение внимания и работоспособности, стали приметой нашего времени. Зачастую, эти проблемы встречаются у людей самого разного материального достатка и профессий. Особую важность приобретает задача выявления возможных нарушений работы организма на ранних стадиях, чтобы они не стали причиной создания аварийной ситуации. Схематически опасности можно представить: информационная и кибернетическая опасность; токсические нагрузки из воздуха, воды, пищи; воздействие излучений и оксидантов; продукты питания, не соответствующие биологическим нормам; гиподинамия. Исходя из ноосферной концепции, можно руководствоваться положением, что абсолютная безопасность недостижима. Но могут быть найдены компромиссные решения в виде социально – и экологически приемлемых рисков.

Нашим центром проводится работа по экспресс тестированию людей на аппаратном комплексе Webwellness. В настоящее время это единственная в мире система полного цикла прогнозирования и профилактики. Разработчики - украинская компания, а вся аппаратура имеет международные сертификаты и поставляется в 34 страны мира. Какие первые выводы можно сделать: глубина охвата - тестирование функционального состояний 47 органов и систем организма, быстрота - тестирование одного человека занимает 2-3 минуты, оценивается степень риска основных систем и общее состояние. АПК Life Expert Profi Аппаратно-программный комплекс (АПК) обеспечивает комплексную оценку (возможность коррекции) состояния здоровья человека, биорезонансное тестирование, электропунктуру, составление оздоровительных комплексов БРТ.

Общий экспресс-тест; автоматическое составление комплексов для приборов БРТ по результатам тестирования.

Отчеты представлены в виде описаний и иллюстраций:

Общее состояние; Коэффициент разбаланса; Степень риска основных систем; Ранжирование; Этиологические факторы; Пораженные органы и системы; Вероятностные диагнозы; Зодиакальная диета;

Столбчатая ДИАГРАММА; ПОЗВОНОЧНИК; АУРОГРАММА; ЧАКРЫ; Отчеты по системам; Проекция на коже по зонам Захарьина-Геда;

Биологический возраст с указанием причин пагубного влияния;

Недостаток витаминов; Тяжелые металлы; Радиационная нагрузка. По нашему мнению такой расширенный тест позволяет выявить функциональные отклонения на ранних стадиях и, при необходимости, не допустить работника к выполнению работ, связанных с риском для жизни.

Системный подход лежит в интеграции экономики, экологии, социологии на базе информационных технологий. Главное – настроить свою программу.

Согласно теории функциональных систем важнейший принцип функционирования живых и технических систем: передача информации между начальным и конечным звеном без потери информационного смысла (точная и адекватная информационная эквивалентность).



По нашему мнению, комплекс Webwellness позволяет решить несколько важных задач: получить комплексную оценку состояния организма, провести подбор персонала по уровню здоровья и стрессоустойчивости, подобрать индивидуальные, наиболее подходящие методы поддержания здоровья. Не мешать организму лечить себя. Дать ему импульс к исцелению.

Эффективность комплексного применения информационно-волновой терапии, безрецептурных базисных средств и корректоров питания экономически и социально оправдано, так как затраты по их применению в десятки раз ниже потерь трудоспособности, средств на выплату больничных и затрат по ликвидации возможных аварий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аварийность морского флота // Морской флот. – 2009. – № 3, № 4. – С. 59–63.
2. Баскин А. Компания и судно отвечает требованиям МКУБ // Морской флот. – 1996. – № 4. – С. 17–18.
3. Дерябин М. Культура безопасности – шаг в новое тысячелетие // Судостроение. – 2000. – № 12. – С. 20.
4. Гуцуляк В. Н. Морское право: учеб. пособие. – М.: РосКонсульт, 2000. – 368 с.
5. Нужнов Е. И. МППСС-72 и извещения мореплавателям в вопросах и ответах. – М.: Справочник, 1994. – 365 с.
6. Тормосина Г. Г. Морское право: учеб. пособие. – Новороссийск: МГА им. адм. Ф. Ф. Ушакова, 2009. – 224 с.
7. Песков Ю. А. Система управления безопасностью в международном судоходстве: учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – Новороссийск: НГМА, 2001. – 320 с.
8. Прусс В. М., Боёвич В. Международно-правовые аспекты безопасности мореплавания. – Одесса: Латстар, 2001. – 132 с.
9. Чистяков В. Безопасность на море и ответственность капитанов // Судостроение – 2001. – № 8–9. – С. 37–38.
10. Кацман Ф.М. Аварийность морского флота и проблемы безопасности судоходства / Ф.М. Кацман, А.А. Ершов // Транспорт Российской Федерации, 2006 № 5. – С. 82984.
11. Басанец Н.Г. Спасание и выживание на море: Учебное пособие / Н.Г. Басанец. Изд. второе. – Одесса: ОНМА, 2013. – 160 с.
12. Ткачев В.Н. Влияние человеческого фактора на безопасность мореплавания. Учеб. метод. пособие / В.Н. Ткачев, А.Н. Томилин. – Новороссийск: Изд. «С легкой руки», 2009. – 73 с.



INDIAN EDUCATION SYSTEM AND ITS MAIN TRENDS

Vijay S.

director G.P.S. Academy, J.P. Nagar UP
(INDIA)

To my Guru, Professor Selivanov S. E., is dedicated

India's educational institutions are one of the oldest in the world. Since ancient times India has been an educational centre. Today's education system in India is based on ancient traditions but with modern approaches.

Although Indian education dates back to ancient times, India recently considered to be one of the world's most illiterate countries. Education was not accessible to all segments of the population: the longstanding caste system divided people into categories, opening the door for some to a carefree and bright future and closing the door to normal human life for others. In addition, gender inequality, also longstanding in India, closed access to education for women. Thus, education in India was mainly available to the male population of higher castes.

Schools in ancient India were called gurukula. The system of gurukul located in teacher's houses or monasteries was Hindu, and the teacher passed on to his students knowledge about religion, philosophy, literature, art of state management, medicine, astrology and history. And it's all free. It was only at the end of their studies that a voluntary contribution, a guru-dakshina, was welcomed to thank the teacher.

The ancient Hindu treatises reflect the relationship between gurus (teachers) and shishi (students) and became almost the main religious component of Hinduism.

Today, the word 'teacher' itself sounds very respectable in India, because everyone understands the importance of the role of such a person for education and for society throughout the country. Teacher's Day is celebrated on September 5th, the birthday of Dr. Sarvepalli Radhakrishnan, and is a tribute to the great teacher.

In the gurukul system, anyone who wanted to learn came to the gurus' house and asked to be teach him. If the guru took him as a shisha, a new student helped him about the house, at the same time learning to manage. And the guru, meanwhile, told about everything the child wanted to know: from Sanskrit to sacred texts and from mathematics to metaphysics.

The student stayed with him as long as he wanted, until the guru felt that he had already given him everything he knew. Teaching was natural, vital, and was not limited to memorizing individual information. By the way, the gurus system has not disappeared in India until now.

Modern gurus are considered to be the embodiments of knowledge, ethics, and care, and in the image of the shisha the volitional component has been strengthened, but it is still a respectful student who considers his teacher a beacon that illuminates the right path.

Dramatic changes took place in education since India gained independence in 1947. The Government of the independent State was faced with the challenge of increasing literacy rates through universal access to education, eliminating caste and gender discrimination. By 1947, only 14 per cent of the population was literate, but by



2001 the rate had risen to 65,38 per cent (75,96 per cent for men and 54,28 per cent for women) and in some states such as Kerala, the rate had reached 90,91 per cent. The difference between the literacy rates of men and women has also been gradually decreasing: in 1981 it was 26.62 %, in 1991 it was 21,6 % and in 2001 it was 14,41 %.

There are no kindergartens in India at all (at least not in the form we are used to). There, the role of babysitter and teacher before the school bench is often played by mom. If both parents are busy at work, the child has to be left with relatives. If this is not possible, special groups are created which are attached to the preparatory school.

In this case, children are divided by age and time of stay in groups for better convenience. In principle, daily training in a group with a tutor is quite enough for the child to get the basics and prepare for school. Children learn not only the basics of the world, but also languages (Indian and English).

Often, after selecting a group, parents may not worry about entering the school, because at the "end" of the next age level the child is transferred there automatically.

The education system in India is built on the British principle of learning, since India is a former colony of the British Empire.

School education in India is free for children, but many wealthy parents still rely on private schools or prestigious public institutions. The cost of education is about \$100 per month. It is worth noting that it is difficult to find a qualified public school where one can get a good education. In private schools, the quality of education is higher, as children receive a full range of knowledge (including language). After graduation from a private school, a child has a full knowledge of three languages - English, the language of his or her state and Hindi.

A unique feature of absolutely all Indian schools is free meals for children. The set of meals is standard for all, it is rice with a bottle of water and masala. In some institutions, the products may vary.

After choosing a school, parents must "book" a place, pay the payment and collect the necessary paperwork.

To tell the truth it is very difficult with education in India. Many people live very poor and cannot afford the extra costs. Unfortunately, living conditions in most schools are deplorable. For example, there are schools where children are forced to sit on the floor, and the role of desks is played by ordinary stones. Instead of a blackboard, there is an ordinary rectangle painted on the wall.

Lord Thomas Babington Macaulay brought the modern school system to India in the 1930s. And the curriculum was restricted - if mathematics was left, philosophy was considered unnecessary.

Kids start going to school when they're four. Teaching is often in English.

The first level of education is ten years and the second two years. This is the end of compulsory secondary education. The next three years can be completed at school (university preparation) or at a vocational college (secondary vocational education). There are also specialized crafts schools, where after eight to ten years of study, a pupil, together with secondary education, gets some demanded profession: seamstresses, mechanics, locksmith.



Higher education, according to the Bologna system, has three levels: Bachelor's degree. For the first university degree - bachelor's degree - it takes 3 to 5 years depending on the speciality, for example for a bachelor in art it takes 3 years, for a bachelor in agriculture it takes 4 years and for a bachelor in medicine it takes 5 years. To obtain a master's degree, you need to complete a two-year cycle and a doctoral degree (three years attending specialist courses and writing your thesis).

In order to enter a university, you must complete twelve years of schooling and successfully pass the entrance examinations. To be admitted to a bachelor's degree program, you must take the Joint Entrance Examination, which allows applicants who have completed at least 60% of the final school exams. The Joint Entrance Exam is allowed to take maximum two tests, after which, based on the results of the exam and the interview, the applicant chooses the place of his/her further education. There are several entrance exams for the Master's degree, depending on the specialty: Graduate Aptitude Test in Engineering - for technical specialties, which is one of the most difficult in the country, Joint Management Entrance Test - for management areas, Common Law Admission Test - for legal specialties, etc. Candidates are usually interviewed for a doctorate.

In India there are a lot of entrance examinations for both different categories of government jobs and for higher education. Short names of IIT-JEE, GATE, UGC-NET, CAT, UPSC, AIMS exams. Some of these tests are very complicated and even appear on the list of the toughest exams in the world.

Why are they so strict? Because it is known that in the Vedic civilization education was freely available. However, with the development of the caste system, this freedom is over. The organization manifests itself even in the parallel existence of a variety of secondary education documents - the Secondary School Certificate (SSLC), the Indian Certificate of Secondary Education (ICSE), the International General Certificate of Secondary Education (IGCSE) and others, not to mention the legally established reservation of certain jobs for representatives of various quotas.

Passing GATE, UGC-NET exams implies scholarship options. Appointment of most scholarships depends on various criteria - academic achievements, exam results, etc.

By 1947, there were 20 universities and 500 colleges with a teaching staff of 351,000, now the number of universities has increased to 300 and the number of colleges to 15,000, with the number of students in India reaching 9,400,000, representing about 10% of the total number of students worldwide.

Among English-speaking countries, tuition fees and living expenses in India are the lowest.

As it can be seen from the table, tuition and living expenses in India range from \$6,000 (for humanitarian and technical specialties) to \$14,000 (for medical referrals) per year, which is about 7,5 times less than in America; 4,5 times less than in the UK; 4 times less than in New Zealand and 3 times less than in Canada.



Table 1.

Comparison of tuition and living expenses in English-speaking countries Country	Living expenses (\$) per year	Cost of education (\$) per year		
		humanitarian professions	technical professions	medicine
USA (public universities)	14.000-16.000	7.000-10.000	7.000-10.000	15.000-25.000
USA (private universities)	14.000-16.000	16.000-20.000	16.000-40.000	20.000-40.000
Canada	9.000-10.000	2.700-9.400	2.300-9.400	2.500-10.000
Great Britain	15.000-16.000	8.100-16.200	8.100-17.150	13.900-27.200
Australia	8.000-12.000	5.400-8.600	8.000-10.500	15.000-29.100
New Zealand	8.000-12.000	5.400-8.600	8.000-10.500	15.000-28.100
India	1.800-4.200	2.150-4.600	3.000-8.500	8.000-20.000

Indian higher education institutions can be divided into two categories: small universities and large ones. Among the most famous and prestigious universities in India, one can classify: University of Calcutta (150,000 students), University of Mumbai (150,000 students), Delhi University (130,000 students), Indian Institute of Management (190,000 people).

Indian universities offer a wide range of courses, while India itself is only the second after United States and China in terms of the scale of its education system.

Information technology education is an important area of education in India. The development of the IT industry has produced a real boom in computer education in India.

Computer education obtained in India is highly valued outside the country. Indian IT professionals work in many countries around the world: USA, Canada, UK, Germany, etc. The recognition of India as a world computer centre is evidenced by the fact that Microsoft has opened the only full-scale research centre in the world (except the one at its headquarters in Redmond) in India.

The next education priority in India is business training. There are currently over 1000 business schools offering a wide variety of business education programmes in India. The most popular areas of business education are the following programs: Master of Business Administration, Master of World Trade, Master of Business Administration, Master of Personnel Management, Master of Human Relations Management, etc.



There are many narrow universities in India. For example, in Indira Kala Sangitha students get acquainted with to Indian music, and in Rabinda Bharati they get acquainted with the language of Tagore and Bengali.

In the last few years, universities with technical orientation, which produce highly qualified engineers, have become particularly popular. Indian Institutes of Management (IIM), a group of 13 business education institutions in India, has developed. The establishment of the Indian Institutes of Management was initiated by Jawaharlal Nehru, First Prime Minister of India, on the recommendation of the Planning Commission.

Thus, having considered the main trends in the development of Indian education, one can conclude that India's modern education is oriented towards openness and accessibility for all categories of citizens. Vestiges of the past, such as caste and gender discrimination, have gradually lost their power, opening the door to knowledge and thus to social well-being for any citizen of the country.



ПОХИБКИ ОБЧИСЛЕННЯ ПРИ ОПРАЦЮВАННІ НАВІГАЦІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ КУРСАНТАМИ-СУДНОВОДИЯМИ

Гудирева О.М.

Херсонська державна морська академія
(м. Херсон, Україна)

Анотація. Компетентність фахівців у будь-якої галузі базується на формуванні у майбутніх фахівців окремих компетенцій, які визначаються сферою майбутньої діяльності курсанта. Однією з таких компетенцій є обчислювальна компетенція, яка перед усім передбачає точність розрахунків.

Ключові слова: інноваційні технології освіти, компетентність, компетентнісний підхід, похибки обчислювання.

Введення. Компетентність фахівця, в першу чергу, визначається рівнем його спеціальної підготовки. Оскільки у сучасному світі відбувається постійне оновлення та вдосконалення знань, поява нових знань, методів, прийомів досліджень та роботи, то і рівень спеціальної підготовки випускника вузу повинен постійно удосконалюватися. Визначальним чинником є вміння фахівця отримувати нові знання та на їх основі удосконалювати свої професійні навички.

Міжнародні вимоги до професійного досвіду моряків постійно удосконалюються з метою зниження ризику помилок людини, пред'являються істотніше вимоги як до рівня компетентності фахівців морського флоту, так і до системи контролю над забезпеченням та підтримкою необхідного рівня компетентності.

Постійний ріст обсягу професійної інформації, поява нових технологій в судноводінні зобов'язує здійснювати постійне оновлення змісту професійної освіти та педагогічних технологій.

Внаслідок всього вище викладеного, зростають вимоги до інтенсивності підвищення якості професійної морської освіти.

Стандарти підготовки майбутніх морських фахівців регламентуються Міжнародною конвенцією про підготовку і дипломування моряків та несення вахти ПДНВ-78/95 р. з манільської поправкими 2010 року (ПДНВ) [1].

У сучасному світі високих технологій як ніколи раніше *актуальні* вимоги точності, вимоги зменшення помилок як техніки, так і людини.

Контроль за безпечним плаванням судна за маршрутом, заданому попередньої прокладкою, здійснюється шляхом безперервного ведення виконавчої прокладки, тобто в обчисленні шляху судна, визначенні місця, періодичної корекції обсерваціями числення шляху, нанесенні на карту лінії шляху судна.

Ніякі вимірювання, в тому числі і навігаційні, не можуть бути абсолютно точними. Будь-які вимірювання неминуче супроводжуються появою похибок.

У резолюції ІМО А.953(23) World-Wide Radionavigation System, яка прийнята в 2003 році, наведені стандарти точності судноводіння, за якими може оцінюватись ефективність роботи навігаційних систем. У ній сформульовані



високі вимоги, що пред'являються до навігаційних систем, до їх високої точності і надійності.

Однак, вимоги до судноводіїв знати і вміти не тільки визначити позицію судна різними способами, але і визначити точність такої позиції в разі визначення «вручну» залишилися незмінними.

Все вище сказане дозволяє зробити висновок про те, що дослідження в області підготовки фахівців володіють обчислювальною компетентністю є актуальними.

Метою проведеного нами дослідження є з'ясування особливостей вивчення курсантами ВНЗ морського профілю похибок навігаційних вимірювань і навігаційних функцій одного і декількох навігаційних параметрів.

Основна частина. Найважливішим завданням судноводіння є визначення місця судна, засноване на використанні інструментальних вимірювань різних фізичних величин навігаційними приладами [2,3,4].

Виникнення приладових похибок обумовлено властивостями використовуваних вимірювальних приладів. Похибка кожного конкретного приладу є систематичною, але її значення зазвичай невідомо, а значить, її неможливо виключити введенням в результат вимірювання відповідної поправки.

Вимірювані фізичні величини, як правило, однозначно пов'язані на поверхні Землі і в навколоземному просторі з лінійними і кутовими величинами, які визначають взаємну відповідність місця судна і орієнтирів, тобто з навігаційними параметрами. Ця залежність дозволяє формально поставити і вирішити задачу визначення місця судна.

Найбільш поширеними навігаційними параметрами є: пеленг орієнтира, відстань до орієнтиру, горизонтальний кут між двома орієнтирами, вертикальний кут віддаленого предмета, різниця відстаней від судна до двох орієнтирів, висота світила (Сонця, зірок, планет і Місяця).

Похибки навігаційних вимірювань, а значить і визначення місця судна і поправок приладів, проявляються як випадкові величини, вивчення та врахування яких вимагають застосування методів теорії ймовірностей і математичної статистики.

Тому методи оцінювання та обліку похибок відносять до ймовірностно-статистичних, що описують випадкові події.

Навігаційні параметри, розподілені по поверхні Землі, утворюють скалярні поля цих параметрів. Так як координати наземних і небесних навігаційних орієнтирів відомі в будь-який момент часу, то безліч значень навігаційного параметра U визначає навігаційну функцію - залежність параметра від координат судна в різних координатних системах:

$$U = f(\varphi; \lambda); \quad U = f(\varphi; \omega); \quad U = (r; \Psi)$$

Фіксуючи деяке постійне значення $U = U_0$, отримаємо рівняння навігаційної ізолінії - геометричного місця точок (г.м.т.) для яких значення навігаційного параметра постійні:

$$U_0 = f(\varphi; \lambda) = const; \quad U_0 = f(\varphi; \omega) = const; \quad U_0 = (r; \Psi) = const.$$



Ймовірніший результат вимірювань навігаційного параметра, виправлений поправками є обсервованим. Кожному обсервованому навігаційному параметру відповідає своя навігаційна ізолінія або її випрямлена (в районі зчисленої або розрахункової точки) ділянка - лінія положення.

Відомо, що лінія положення характеризується наступним рівнянням (у нормальному виді):

$$\Delta\varphi \cdot \cos\tau + \omega \sin\tau = n,$$

де $\Delta\varphi$ і ω - поправки до координат счислімої точки для отримання обсервованого місця (в хвилинах широти);

τ - напрямок градієнта навігаційного параметра щодо північній частині географічного меридіана

n - перенесення лінії положення - найкоротша відстань між счислімою точкою і лінією положення:

$$n = \frac{u_0 - u_c}{g},$$

u_0 і u_c - обсервований і счислімий навігаційний параметри;

g - модуль градієнта навігаційного параметра.

Одним з основних критеріїв оцінки точності вимірювань та, як наслідок, позиції судна є СКП (середньоквадратичне похибка).

При вирішенні деяких завдань навігації потрібно знати середню квадратичну похибку місця судна по заданому напрямку - по лінії L (наприклад, у напрямку на навігаційну небезпеку). Ця похибка чисельно дорівнює квадратичної сумі проєкцій великої та малої піввісі середньоквадратичного еліпса на заданий напрямок

$$m_L = \sqrt{a^2 \cos^2 \psi + b^2 \sin^2 \psi},$$

ψ - кут між великою віссю і лінією заданого напрямку.

Кінці середніх квадратичних похибок m_L , взяті в усіх напрямках, утворюють геометричне місце точок, яке має назву подери еліпса похибок.

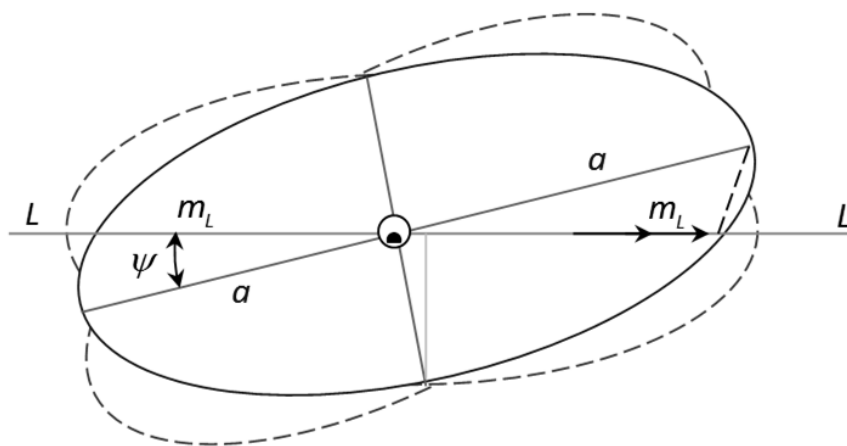


Рисунок 1. Еліпс похибок та його подера



При круговому розподілі місця лінійна середня квадратична похибка по кожному з напрямків $m_L = a = b$.

Для радіальної середньої похибки M лінійна СКП m_L по усіх напрямках L приймається рівною $m_L = \frac{M}{\sqrt{2}}$.

Лінійна СКП відповідає ймовірності $P = 0,683$.

Лінійна похибка заданої ймовірності P - величина $L_p = Z \cdot m_L$, де Z - коефіцієнт функції Лапласа.

У деяких таблицях для спрощення розрахунків лінійної СКП є окрема таблиця коефіцієнтів для розрахунку середньої похибки місця по заданому напрямку, наприклад у МТ-2000 це таблиця 4.16. У таких таблицях формула $m_L = \sqrt{a^2 \cos^2 \psi + b^2 \sin^2 \psi}$ подана у виді $m_L = K_L \cdot a$, де a - велика піввісь середньоквадратичного еліпса похибок, $K_L = \sqrt{\cos^2 \psi + e^2 \sin^2 \psi}$ - коефіцієнт, який обирається з таблиці по відношенню піввісей $e = \frac{b}{a}$ від 0,0 до 1,0 та куту від 0° до 180° .

Кут ψ може бути розрахований за формулою $\psi = |\alpha_L - \alpha| < 180^\circ$, де α - напрямок великої піввісі еліпса щодо меридіана, α_L - заданий напрямок лінійної СКП m_L щодо меридіана.

Якщо потрібно розрахувати лінійну СКП по меридіану m_{L_s}, m_{L_w} або по паралелі m_{L_e}, m_{L_w} , то в першому випадку кут $\psi = \alpha$, а у другому - $\psi = |90^\circ - \alpha|$.

Висновки. Курсантам морського вузу необхідна досить хороша математична підготовка для освоєння спеціальних дисциплін, при виконанні курсових і дипломних проектів відбувається закріплення, конкретизація, розширення, поглиблення математичних знань і навичок курсантів, розвивається інтелект курсантів.

Судноводій повинен знати як визначити позицію судна різними способами. Сучасні радіонавігаційні системи мають високу точність і надійність. Проте, судноводій повинен знати принципи роботи, обмеження та джерела похибок системи і вміти визначити неправильно інтерпретовану системою інформацію і виправити її так, щоб отримати точну позицію, а у разі визначення позиції судна за паперовими картами «вручну», ще і як визначити точність такої позиції.

Хоча сьогодні GPS і DGPS - основні джерела позиції судна в морі і задовольняють вимог ІМО до точності, це не позбавляє судноводія від обов'язку перевіряти коректну роботу системи GPS, завдаючи позиції по берегових орієнтирах. Тому завдання судноводія знати недоліки системи і вміти вчасно визначити, що щось пішло не так - це безпека судна і безпеку людей навколо.



ЛІТЕРАТУРА

1. Міжнародна конвенція про підготовку і дипломування моряків та несення вахти 1978 року (консолідований текст з манільськими поправками). К.: ВПК Експрес–Поліграф, 2012. – 568 с.
2. Вавилова Г.В. Математическая обработка результатов измерения: учебное пособие (2013). Томск: Томский политехнический университет.
3. Синяев В.А. Математические основы судовождения. Конспект лекций. Учебное пособие, Одесса: УМА ОГМА. Admiralty List of Radio Signals, Volume 2, (Великобритания), 2004 / 05.



КОМПЕТЕНЦІ В СФЕРІ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЇ

Гунченко О.М., Волошкіна О.С., Ткаченко Т.М., Коринній В.І.
Київський національний університет будівництва і архітектури
(м. Київ, Україна)

Вальченко О.І.
Державний університет телекомунікацій
(м. Київ, Україна)

Освітній процес у закладах вищої освіти постійно трансформується, враховуючі перетворення у законодавстві та стрімкі зміни у сфері зайнятості й вимоги до фахівця з вищою освітою. На сьогодні, питання формування у фахівців різних галузей компетенцій, пов'язаних з екологічною та цивільною безпекою, забезпеченням безпеки виробничих процесів, збереженням професійного здоров'я та працездатності є доволі актуальними, особливо з огляду на рівень виробничого травматизму та кількість професійних захворювань.

Освітні програми як професійні, так і наукові не завжди передбачають дисципліни, які дозволяють сформувати у майбутнього фахівця ризик-орієнтоване мислення та сучасний підхід до питань безпеки, що ґрунтується на оцінці та керуванні ризиками. Перелік дисциплін, що спрямовані на поступове формування відповідних компетенцій в сфері безпеки праці та цивільної безпеки на сьогодні, здебільшого обмежений чотирма основними дисциплінами: «Безпека життєдіяльності», «Основи охорони праці» - для освітнього рівня «Бакалавр» та «Охорона праці в галузі» й «Цивільний захист» - для магістерського рівня освіти. Щодо формування питань в сфері екологічної безпеки, то це лише дисципліна «Загальна екологія».

Останні шість років питання включення згаданих дисциплін в освітні програми вирішуються їх гарантантами, Міністерство освіти і науки України надає їм повноваження у питаннях формування компетенцій, що відповідають заявленій спеціальності за рахунок будь-якого переліку дисциплін та не регулює кількість годин навчання за ними та обсяг навантаження на здобувачів. Цей аспект суттєво впливає на наявність у переліку освітніх компонент дисциплін безпекового спрямування.

Але сьогодні, саме вмотивовує до збільшення уваги щодо надання здобувачам сучасних знань та практичного досвіду в питаннях безпеки під час виконання професійних обов'язків та повсякденного життя за вимогами міжнародного досвіду, який свідчить про позитивні результати професійного навчання з опорою на питання безпеки відповідної галузі.

На сьогодні, у питаннях охорони праці, промислової, цивільної та екологічної безпеки важливо підтримувати поступовість та цільність процесу навчання, який починається ще у період навчання у школі й не закінчується все життя, але основні наукові засади, сучасні дієві практики й методики та ґрунтовну теоретичну підготовку в цих питаннях, достатні для виконання посадових обов'язків здобувачі отримують саме у ВНЗ. Важливим аспектом



цільності процесу навчання при розробці ОНП є її унікальність. Цей аспект базується на компетентностях, які відображають специфіку ВНЗ та виходять за рамки розробленого стандарту освіти. Ці унікальні компетентності послідовно повинні удосконалюватися та проходити через всі рівні навчання: від «Бакалавра» до «Магістра» та «Доктора філософії».

Вивчення навчальних дисциплін «Основи охорони праці» та «Охорона праці в галузі» у ВНЗ проводиться за типовими навчальними планами і програмами з цих навчальних дисциплін, які затверджуються МОН за погодженням із Держпраці. Вища освіта в частині навчання з питань охорони праці та безпеки життєдіяльності надається згідно із стандартами освіти, що визначають вимоги до обов'язкових результатів навчання та компетентностей і загальний обсяг навчального навантаження здобувачів освіти.

Навчання з питань охорони праці в Україні врегульовано низкою нормативних документів, серед яких:

Положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці та безпеки життєдіяльності в закладах, установах, організаціях, підприємствах, що належать до сфери управління Міністерства освіти і науки України (затверджено наказом МОН України № 304 від 18.04.2006 р. у редакції від 22.11.2017 р.) [1], за яким навчання здобувачів освіти з питань охорони праці та безпеки життєдіяльності в закладах вищої освіти проводиться відповідно до вимог законодавства у сфері охорони праці, цивільного захисту та освіти.

Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці НПАОП 0.00-4.12-05 (затверджено Наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці № 15 від 26.01.2005 р. зі змінами від 14.04.2017 р. [2], за яким вивчення навчальних дисциплін «Основи охорони праці» та «Охорона праці в галузі» у вищих навчальних закладах проводиться за типовими навчальними планами і програмами з цих навчальних дисциплін, які затверджуються МОН за погодженням із Держпраці.

Кодекс цивільного захисту України Відомості Верховної Ради (ВВР), 2013, № 34-35, ст.458 (зі змінами від 01.01.2020 р.) [3], Стаття 41 якого врегульовує процес формування культури безпеки життєдіяльності населення та навчання учнів, студентів та дітей дошкільного віку, а саме:

п. 1. Культура безпеки життєдіяльності населення - це сукупність цінностей, стандартів, моральних норм і норм поведінки, спрямованих на підтримання самодисципліни як способу підвищення рівня безпеки.

п. 2. Популяризація культури безпеки життєдіяльності серед дітей та молоді організовується і здійснюється ЦО виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту (МВС), спільно з МОН.

п. 3. Навчання учнів, студентів та дітей дошкільного віку діям у надзвичайних ситуаціях та правилам пожежної безпеки є обов'язковим і здійснюється під час навчально-виховного процесу.



Дуже часто можна почути запитання від гарантів освітніх програм за напрямками навчання гуманітарного профілю, - «А навіщо таке навчання?», «Чи варто витратити час на формування знань та навичок в межах певної ОНП які можна отримати вже на конкретному виробництві?» та інші, подібні до цих. Такі питання спричиняються не розумінням основного завдання щодо навчання з питань безпеки праці, цивільної та екологічної безпеки, яке полягає у формуванні якісного трудового потенціалу та підвищення стійкості економічних процесів у виробничій та соціальній сфері держави та конкретного виробництва (рис. 1).

Тому навчання з безпеки життєдіяльності, екологічної безпеки, охорони праці та цивільного захисту – це інструмент для формування та збереження якісного трудового потенціалу та підвищення стійкості держави.

Крім того, сучасний навчальний процес – це тісна співпраця всіх стейкхолдерів: студентів, роботодавців, викладачів та випускників. Сучасна ОНП має навчально-прикладну орієнтацію, де знання, отримані у ВНЗ можуть практично закріплюватися на виробництві. Також роботодавці-практики активно залучаються до навчального процесу як лектори.



Рисунок 1. Роль навчання з питань охорони праці

Методичні рекомендації щодо розроблення стандартів вищої освіти, затверджені Наказом Міністерства освіти і науки України від 01.06.2016 р. № 600 (у редакції наказу Міністерства освіти і науки України від 01.10.2019 р. № 1254) [4] встановлюють перелік загальних компетентностей (КЗ) з 31 складової для освітнього рівня «бакалавр», 22 з яких пов'язані з формуванням ризик-орієнтованого мислення, безпечної поведінки та взаємодії у різних сферах професійної та самореалізації, серед яких наступні:

К301. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

К302. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

К304. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.



К307. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

К310. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

К311. Здатність бути критичним і самокритичним.

К312. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

К314. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

К315. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

К316. Здатність працювати в команді.

К317. Здатність до міжособистісної взаємодії.

К318. Здатність мотивувати людей та рухатися до спільної мети.

К319. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

К321. Здатність працювати в міжнародному контексті.

К323. Здатність розробляти проекти та управляти ними.

К324. Здійснення безпечної діяльності.

К325. Здатність виявляти ініціативу та підприємливість.

К326. Здатність діяти на основі етичних міркувань (мотивів).

К327. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

К329. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

К330. Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.

К331. Усвідомлення рівних можливостей та гендерних проблем.

Розглянемо більш предметно це питання на прикладі Стандарту вищої освіти для першого рівня та ступеню вищої освіти «бакалавр», галузь знань 02 «Культура і мистецтво» спеціальність 022 «Дизайн» [5]. Цей стандарт вищої освіти передбачає вісім з дев'яти загальних компетенцій (КЗ) які органічно формуються безпековим блоком загальних дисциплін:

К301. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

К302. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

КЗ 04. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

К305. Здатність працювати в команді.

К306. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

К307. Цінування та повага різноманітності та мультикультурності.

К308. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні.

К309. Здатність зберігати та примножувати культурно-мистецькі, екологічні, моральні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства,



техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

Для спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» стандарт вищої освіти передбачає 9 з 13 загальних компетенцій та 8 з 16 спеціальних компетенцій (КС), які формуються загальними безпековими дисциплінами (безпека життєдіяльності, загальна екологія та основи охорони праці) на бакалаврському ступені вищої освіти:

К301. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу нових ідей при діях в нестандартних ситуаціях.

К302. Здатність планувати свою діяльність працюючи автономно.

К305. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

К306. Здатність самостійно оволодівати знаннями.

К307. Навички виконувати пошук, оброблення та аналіз інформації з різних усних, письмових та електронних джерел.

К308. Здатність працювати в команді, використовуючи навички міжособистісної взаємодії.

К310. Здатність працювати забезпечуючи безпеку діяльності та якість виконання робіт.

К312. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

К313. Здатність складати тексти, робити презентації та повідомлення для аудиторії та широкого загалу державною та (або) іноземними мовами.

КС01. Здатність до розуміння основних теоретичних положень, концепцій та принципів математичних та соціально-економічних наук.

КС02. Здатність до критичного осмислення і застосування основних теорій, методів та принципів природничих наук.

КС06. Здатність до розробки об'ємно-планувальних рішень будівель та їх використання для подальшого проектування.

КС07. Здатність оцінювати і враховувати кліматичні, інженерно-геологічні та екологічні особливості території будівництва при проектуванні та зведенні будівельних об'єктів.

КС10. Здатність до розробки та оцінки технічних рішень інженерних мереж.

КС11. Знання сучасних вимог нормативної документації в галузі будівництва.

КС14. Здатність до розробки раціональної організації та управління будівельним виробництвом при зведенні, експлуатації, ремонті й реконструкції об'єктів з урахуванням вимог охорони праці.

КС15. Знання принципів проектування міських території та об'єктів інфраструктури і міського господарства.

Для другого рівня вищої освіти (магістр) спеціальності 022 «Дизайн» 4 з 6 загальних компетенцій та 2 з 5 спеціальних (фахових) формуються в рамках вивчення дисциплін «охорона праці в галузі» та «цивільний захист», а саме:

К301. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).



КЗ 02. Вміння виявляти, ставити та розв'язувати проблеми.

КЗ 03. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

КЗ 04. Здатність працювати в міжнародному контексті.

КЗ 06. Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.

КС01. Здатність здійснювати концептуальне проектування об'єктів дизайну з урахуванням функціональних, технічних, технологічних, екологічних та естетичних вимог (за спеціалізацією).

КС02. Здатність проведення проектного аналізу усіх впливових чинників і складових проектування та формування авторської концепції проекту.

Стандарт вищої освіти за спеціальністю 101 «Екологія», затверджений 04.10.2018 р. (наказ № 1076) має спеціальні (фахові, предметні) ризик-орієнтовані компетентності [7]:

К18. Здатність до оцінки впливу процесів техногенезу на стан навколишнього середовища та виявлення екологічних ризиків, пов'язаних з виробничою діяльністю.

К19. Здатність до використання основних принципів та складових екологічного управління.

К20. Здатність проводити екологічний моніторинг та оцінювати поточний стан навколишнього середовища.

К21. Здатність обґрунтовувати необхідність та розробляти заходи, спрямовані на збереження ландшафтно-біологічного різноманіття та формування екологічної мережі.

К22. Здатність до участі в розробці системи управління та поводження з відходами виробництва та споживання.

К23. Здатність до використання сучасних інформаційних ресурсів для екологічних досліджень.

К24. Здатність інформувати громадськість про стан екологічної безпеки та збалансованого природокористування.

К25. Здатність до опанування міжнародного та вітчизняного досвіду вирішення регіональних та транскордонних екологічних проблем.

К26. Здатність до участі в управлінні природоохоронними діями та/або екологічними проектами.

Вони можуть бути розширені за рахунок нових, унікальних компетентностей, які формує ВНЗ.

Враховуючи наведене, необхідність включення дисциплін безпекового спрямування до ОНП є вимогою держави, яка забезпечує формування ризик-орієнтованого мислення фахівців, які отримують вже свою першу посаду та мають бути навчені та підготовлені до оцінки ризиків при виконанні своїх посадових обов'язків.

Як виконати мінімальні вимоги, встановлені МОН та законодавством України в питаннях навчання з охорони праці та безпеки життєдіяльності, цивільної та екологічної безпеки?



По-перше, - запровадити єдиний базовий підхід до вивчення безпекових дисциплін у ВНЗ для всіх напрямків підготовки денної, заочної та дистанційної форм навчання, де передбачені компетентності з загального переліку (22 з 31):

для освітнього рівня «бакалавр»:

Дисципліна «Безпека життєдіяльності» (БЖД) обсягом 3 кредити ЄКТС, форма контролю диференційний залік у 1-4 семестрі.

Дисципліна «Основи екології» (ОЕ) обсягом 3 кредити ЄКТС, форма контролю залік у 1-2 семестрі.

Дисципліна «Основи охорони праці» (ООП) обсягом 3 кредити ЄКТС, форма контролю екзамен у 7-8 семестрі.

Наявність для технічних спеціальностей розділу «Охорона праці» у кваліфікаційних роботах.

Альтернативна стратегія:

Запровадження дисципліни «БЖД та екологія» (Модуль 1 «БЖД» - 2-2,5 кредити, Модуль 2 «Основи екології» - 2-2,5 кредити) загальним обсягом 4-5 кредитів ЄКТС, форма контролю диференційний залік, 1-2 семестр.

Дисципліна «Основи охорони праці» (ООП) обсягом 3 кредити ЄКТС, форма контролю екзамен у 7-8 семестрі.

Наявність для технічних спеціальностей розділу «Охорона праці» у кваліфікаційних роботах.

для освітнього рівня «магістр»:

Дисципліна «Охорона праці в галузі» (ОПГ) обсягом 3 кредити ЄКТС, форма контролю екзамен, 1-2 семестр магістерського рівня.

Дисципліна «Цивільний захист» (ЦЗ) обсягом 3 кредити ЄКТС, форма контролю диференційний залік, 1-2 семестр магістерського рівня.

Наявність для технічних спеціальностей розділу «Охорона праці» з підрозділом «Цивільний захист» у кваліфікаційних роботах.

Альтернативна стратегія:

Запровадження дисципліни «Захист професійної діяльності в галузі» (Модуль 1 «ОПГ» - 3 кредити, Модуль 2 «ЦЗ» - 2 кредити) загальним обсягом 5 кредитів ЄКТС, форма контролю екзамен, 1-2 семестр магістерського рівня.

Наявність для технічних спеціальностей розділу «Охорона праці» з підрозділом «Цивільний захист» у кваліфікаційних роботах.

Запропонована стратегія побудови освітніх програм у ВНЗ відповідає вимогам законодавства України в сфері вищої освіти та щодо питань екологічної та цивільної безпеки й охорони праці та створює передумови для підготовки конкурентоспроможних фахівців, здатних виконувати професійні завдання з урахуванням вимог суспільної та особистої безпеки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці та безпеки життєдіяльності в закладах, установах, організаціях, підприємствах, що належать до сфери управління Міністерства освіти і науки України, затверджене Наказом МОН України від 18.04.2006 р. №



304. Дата оновлення: 22.11.2017 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0806-06#Text>.

2. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці НПАОП 0.00-4.12-0, затверджене Наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 26.01.2005 р. № 15. Дата оновлення: 14.04.2017 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05#Text>.

3. Кодекс цивільного захисту України. Дата оновлення: 01.01.2020 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text>.

4. Методичні рекомендації щодо розроблення стандартів вищої освіти, затверджені Наказом Міністерства освіти і науки України від 01.06.2016 р. № 600 (у редакції наказу Міністерства освіти і науки України від 01.10.2019 р. № 1254). URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/rekomendatsii-1648.pdf>.

5. Стандарт вищої освіти за спеціальністю 022 «Дизайн» галузі знань 02 «Культура і мистецтво» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/12/21/022-dizayn-bakalavr.pdf>.

6. Стандарт вищої освіти за спеціальністю 022 «Дизайн» галузі знань 02 «Культура і мистецтво» для другого (магістерського) рівня вищої освіти. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/12/21/022-dizayn-magistr.pdf>.

7. Стандарт вищої освіти за спеціальністю 101 «Екологія», затверджений Наказом МОН України від 04.10.2018 р. № 1076. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/12/21/101-ekologiya-bakalavr.pdf>.



РОЛЬ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ В ФОРМУВАННІ ЕКОЛОГІЧНОЇ КУЛЬТУРИ

Жукова О.Г., Щербина Т.Ф., Гончаренко А.В.

Київський національний університет будівництва і архітектури
(м. Київ, Україна)

Щорічно особлива увага приділяється питанням екології, зокрема механізмам та правилам фінансування природоохоронних заходів, які повинні бути чіткими та зрозумілими, містити економічне обґрунтування та заохочення для їх реалізації. Ряд проблем, пов'язаних із дотриманням екологічної рівноваги, особливо відсутність ефективних правових і технологічних механізмів забезпечення безпеки промислових об'єктів та забезпечення екологічно безпечної ситуації в цілому. Варто відмітити, що вирішення екологічних проблем повинно здійснюватися не тільки технічними засобами, але й шляхом переорієнтації критеріїв цінностей, поглядів та поведінки груп населення у відношенні до навколишнього природного середовища, зокрема через розвиток екологічного мислення.

Сьогодні в світі постійно змінюються стратегії та методи екологічної освіти. Цей факт підтверджується як працею ряду міжнародних організацій, які сприяють розвитку екологічної освіти так і чинними нормативно-правовими документами. Водночас поняття «екологізація освіти» так і не отримало правового статусу.

Важливою складовою забезпечення стійкого розвитку та раціонального природокористування є підвищення рівня інформованості всіх груп населення, що досягається екологічною освітою та рівня сприйняття, які формують загальну екологічну культуру всього суспільства.

Формування екологічних знань та культури нині має величезну актуальність, оскільки екологічна неосвіченість населення призводить до негативних наслідків як для природи, флори та фауни, так і для інтелектуально-духовного життя. На практиці засвоєння екологічних, естетичних норм та цінностей досягається шляхом здійснення екологічного виховання.

Розвиток екологічної освіти нині справа загальносуспільна, направлена на зниження ризику для життя людей та забезпечення безпечних умов існування, формування екологічного мислення. Формальна інтерпретація екологічної культури має такий вигляд – це особлива система взаємодії та взаємозалежності людини та природи.

Екологічна педагогіка може слугувати прикладом зміни традиційного дисциплінарного підходу до проблеми забезпечення екологічно безпечних умов існування для соціуму. Сьогодні екологічний аналіз включає в себе ряд питань, які традиційно вважались складовими питаннями компетенції педагогіки. Саме поняття екологічної педагогіки, на відміну від класичного поняття «педагогіки», послідовно виводиться із поняття екологічної освіти, а екологічна освіта з екологічного виховання та екологічної культури.



Екологізація освіти розглядається як включення екологічних аспектів в усі навчальні предмети та сам процес навчання. Задачею та ціллю екологічної педагогіки є розвиток духовної сфери життєдіяльності людини, включаючи екологічну діяльність. Принципово важливе значення в екологічній педагогіці має положення про те, що відношення людини до природи стає відповідальним лише за умови його різностороннього розвитку. Педагогіка визначає загальні принципи та методи, а також організаційні форми, які використовуються для вирішення задач екологічної освіти.

Екологізація пов'язана з перетворенням різноманітних компонентів освітніх програм, а саме їх цілей, змісту, методів навчання та контролю, характеру взаємодії суб'єктів освітнього процесу як засобу формування екологічної культури.

Основна мета сучасних класичних вищих навчальних закладів – навчити молоде покоління основам екології, розширити знання пов'язані з охороною навколишнього середовища, правильно сформувані їх сприйняття, екологічну культуру відношення до навколишнього природного середовища. Педагогічна наука веде інтенсивний пошук шляхів та методів удосконалення екологічної освіти, адже до вирішення сучасних екологічних проблем залучаються природні, соціальні та гуманітарні науки, які наближають нас до філософського рівня пізнання.

Зміст екологічної освіти визначається рядом соціально-економічного факторів та умов, серед яких найбільш значущими є:

- зацікавленість соціуму в збереженні чистого навколишнього середовища;
- потреба держави в екологічно освічених громадянах;
- сучасний стан та фактичні досягнення науки;
- загальні тенденції розвитку освіти.

Екологічна освіта в єдності своїх основ, які інтегруються в рамках екологічної психології та педагогіки, може ефективно здійснювати екологічну освіту.

Екологізація педагогічної теорії та практики сприяє створенню нових дидактичних інструментів як екологічна стежка, екологічний моніторинг та екологічна паспортизація діяльності освітнього закладу.

Включення в педагогіку природних об'єктів та їх комплексів є важливим фактором формування розвитку особистості, а також моделі стійкого розвитку навколишнього середовища.

ЛІТЕРАТУРА

1. Жукова О. Г. Оцінка екологічних ризиків при будівництві на урбанізованих територіях/ О. Г. Жукова, Р. О. Гамоцький// Зелене будівництво: Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції. – Миколаїв: Видавець Торубара В.В., 2019. – С. 159 – 160.

2. Жукова О. Г. Збалансоване управління територіями та ресурсами – основа стійкого розвитку природного середовища/ О. Г. Жукова,



А. В. Гончаренко// Екологічна безпека держави: тези доповідей XIII Всеукраїнської науковопрактичної конференції молодих учених і студентів, м. Київ, 23 квітня 2020 р., Національний авіаційний університет / редкол. О.І. Запорожець та ін. – К.: НАУ, 2020. – С. 72 – 73.

3. Жукова Е. Г. Эколого-гигиенические проблемы, связанные с интенсивным ростом городов/ Е. Г. Жукова, А. В. Гончаренко// Среда, окружающая человека: природная, техногенная, социальная. Материалы IX Международной научнопрактической конференции, посвященной 90-летию образования университета: Брянск, 23 – 25 апреля 2020 г. - Брянск, Изд-во БГИТУ, 2020. – С. 93 – 94.

4. Жукова О. Г. Переваги та недоліки дистанційного навчання/ О. Г. Жукова, Т. Ф. Щербина // Соціально-гуманітарні дослідження та інноваційна освітня діяльність матеріали II Міжнародної наукової конференції. 26-27 червня 2020 року, м. Дніпро/ наук.ред. О.Ю. Висоцький. – Дніпро: СПД «Охотнік», 2020. – С. 317 – 318.



INTRODUCTION IN EDUCATIONAL PROCESS OF COMPUTER SYSTEMS FOR FORMATION OF MATHEMATICAL ACTIVITY

Shishko L., Chernenko I., Kozlovsky E.

Kherson State University
(Kherson, Ukraine)

Borysenko K.

Maritime College of Kherson State Maritime Academy
(Kherson, Ukraine)

Today there is an objective demand of society for workers and experts with high level of mathematical knowledge, therefore actual there are innovative processes in mathematical formation as catalyst of qualitative preparation of experts. Innovative activity in formation assumes variation of components of pedagogical process: sense, objectives, content of formation, forms, methods, technologies, means of training, system management, etc.

One of functions of innovative activity is use of new information technologies during teaching mathematics at school.

Useful computer as means of training allows:

To expand possibilities of presentation of the educational information;

To strengthen motivation of the doctrine;

To eliminate situation of unsuccessful in training;

Qualitatively to change the control over activity of trainees;

To shape at trainees self-checking and self-assessment of the activity (reflection).

The reflection is small, but an important point in training which allows disciple to shape the necessary attitude to subject matter to find motivation of work, observing results of practical activities.

New information technologies and procedures in training to mathematician is one of displays of huge potential of innovative processes assisting of deepening in modern mathematical formation of positive variations. Introduction of innovations in practice assumes modelling, design, development, expert assessments pedagogical software, procedure of development use it, experimental check and further completion.

We shall analyze the positive experience of elaboration and implementation educationally-oriented systems of the support of practical activity for the study of school algebra in educative process on instance of pedagogical software developed by the lecturers of the chair of the information science of Kherson State University on benchmark scientific laboratories of chair [1 - 4].

In cooperation with Institute of innovative technologies and contents of education have been introduced such systems as software "Library of electronic presentations "Algebra 7-9 class" for schools and colleges", the program-methodical complex "Term of VII" support of practical educational mathematical activity, pedagogical software "Algebra, 7 class" and "Algebra, 8 class", with advantage have passed approbation and are used by mathematics teachers of average educational



institutions of Ukraine for studying to school algebra. This pedagogical software satisfies to requirements to modern pedagogical software. Useful of this pedagogical software in school algebra is described in [5-11].

The tandem is Kherson State University and Institute of innovative technologies and contents of education. The faculty of computer science provided stages of modelling, design, development pedagogical software, methodical system use it, and Institute of innovative technologies and contents of education provided experimental approbation, examination, editions pedagogical software and introduction in educational process.

Let's consider aspect of mathematical activity of scholar, formation of skills independently to build a course of decision of mathematical problem for example of pedagogical software "Algebra, 8 class".

The activity which has been directed on mastering of training courses mathematicians has the certain specific character. Mathematical practical activities of the pupil consist in decision of mathematical problems. Therefore the primary objective of system of mathematical preparation consists in teach pupils, to build independently a course of decision of mathematical problem. The pedagogical software "Algebra, 8 class" provides computer support of practical employment on mathematician, provides the meaning, which assists active mathematical activity of a disciple, allows to solve all standard types of problems which are provided by the program on mathematician of comprehensive school for 8 classes.

Process of decision of mathematical problem will consist of sequence of steps, on each of which the user carries out some transformation of mathematical object is models of mathematical problem. One of the major program modules of pedagogical software is Environment of decision of problems.

The screenshot displays the software interface for solving algebraic problems. The main workspace shows the equation $(12x+5)^2 - (8x-1)^2 - (10x+7)(8x+3) = 78$. The solution steps are as follows:

- Почнемо розв'язування:** $(12x+5)^2 - (8x-1)^2 - (10x+7)(8x+3) = 78$
- Замінімо вираз на рівний. Отримаємо:** $(4x+6)(20x+4) - (10x+7)(8x+3) = 78$
- Замінімо вираз на рівний. Отримаємо:** $8(2x+3)(5x+1) - (10x+7)(8x+3) = 78$
- Перетворимо вираз. Отримаємо:** $8(10x^2+17x+3) - (10x+7)(8x+3) = 78$
- Застосуємо формулу перетворення степеня. Отримаємо:** $8(10x^2+17x+3) - (10x+7)(8x+3) = 78$
- Замінімо вираз на рівний. Отримаємо:** $8(10x^2+17x+3) - 80x^2 - 21 - 30x - 56x = 78$
- Перетворимо вираз. Отримаємо:** $0 + 50x + 3 = 78$
- Перетворимо вираз. Отримаємо:** $50x = 75$
- Помножимо обидві частини рівності на число. Отримаємо:** $x = \frac{3}{2}$

The final answer is $x = \frac{3}{2}$. The right-hand panel contains a list of algebraic rules and operations, such as $A = B \sim B = A$, $A = B \sim cA = cB$, and $A + B = C \sim A = C - B$.

Figure 1. The Environment of the decision of problems



The basic functions of module are the check correctness of transformations executed by the user, or automatic performance of transformation on a command of the user. The list of admissible transformations is given in the module Handbook, whence the user continually chooses the necessary transformation. Having opened the Environment of decision, the user should choose one of problems of module Book of problems or take advantage of command Problem/ New problem. After introduction of condition of problem, the user should choose one of modes of decision: either an automatic mode, or a mode of check of step of decision, or the mixed mode. Solving problem in an automatic mode, the user chooses from the module Handbook that transformation which it wishes to execute, and the computer carries out this transformation. Process of solution to the problem, the user carries out by means of the module the Management and the mathematical editor.

For transformation of expressions into which variables do not enter, in the Environment of the decision use of various forms of record of numbers and transition from one of these forms to another is provided. So, the rational number can be recorded in the form of usual or mixed split up also decimal fraction. For transition from one form to another it is necessary to allocate number, to choose the necessary action and push a button, to execute in appropriating section of handbook. Besides the user can transform record of number into the standard form, i.e. reduce usual fraction, or reduce a fractional part mixed split up. For performance of some transformations of rational expressions the set number in the form of the sum or differences, works or attitudes of two numbers is necessary to submit. In appropriating section of the handbook, it is provided information by means of which it is possible to carry out any of these concepts. Besides there is a possibility to record number for example in the form of degree.

To facilitate performance of transformations of expressions with variables, the Handbook contains the information, concerning replacements of expression of a variable.

Let's consider how actions with appropriating section of the handbook of environment of decision are carried out. As in the program of mathematics of 8-th class of comprehensive school there is a section "Square roots" the handbook "Environments of the decision" has the information, concerning appropriating transformations. So the information "To extract a square root" provides a possibility to find such roots from rational numbers which are precise squares. By means of this information it is possible to bear numerous multipliers from under a sign on a square root if expression of number is natural. Other information can be used for entering number under a sign on square root and for deliverance of irrationality in a denominator. In help section which concerns numbers. There is also information for finding of module of number.

Let's consider now as actions of addition and subtraction of fractions are carried out. Here, three cases are possible: fractions have equal denominators; fractions have different denominators, and their denominators do not contain the general factors; denominators of fractions are various, but they have the general factors. In first: two cases it is possible to use directly the information "To add two fractions" or "To take



away two fractions“. It is necessary to emphasize, that in both information two possible versions are provided: fractions have different denominators, and fractions have identical denominators. For performance of appropriating operation it is necessary to choose one of these versions. As addition and subtraction of two expressions from which one is fraction, and another - is carried out by the whole expression. If denominators of fractions are various, but have the general factors all over again it is necessary to reduce these fractions to the general denominator. It can be made by means of the information “To increase numerator and a denominator split up for expression“. After erection of fractions to the general denominator appropriating actions are carried out as in case of fractions with equal denominators. In sub item “Rational expressions“ also information “To increase fractions“ and “To divide fractions“. In second of this information the case when fractions have equal denominators is provided.

During examination and approbations at many schools of Ukraine has been lead pedagogical experiment.

During experimental training solved problems of introduction of pedagogical software in practice of training in high school, definition of its expediency, check of efficiency of the offered methodical system in process of training to algebra of school pupils.

Approbation is lead allows to draw following conclusions concerning formation of active mathematical activity of a disciple.

The pedagogical software “Algebra, 8 class“ allows directing more productively efforts of pupils to judgement and mastering of a teaching material.

Active mastering of knowledge by pupils is reached owing to application of pedagogical software at different stages of a lesson (recurrence, fastening and mastering of basic skills).

The pedagogical software “Algebra, 8 class“ allows the teacher to organize independent work of pupils. Useful of pedagogical software allows providing each disciple with separate problems in its own trajectory of training that conforms to its individual possibilities. The disciple also can be independent process a theoretical material, solve problems and the equations.

Teaching material of pedagogical software “Algebra, 8 class“ contains the general diagrams of solved problems, the general approaches to modelling applied situations, the information on character of problems and their structure.

Using of the environment “Decision of problems“ assists formation not only special mathematical skills, but also algorithmic thinking. Realization of algorithmic approach at the decision of base problems allows pupils to find quickly the plan of the decision of others, more challenges.

This approach, on the one hand, assumes not only mastering by a disciple of ready knowledge, but also its ways of the reasoning applied in the mathematician, mastering by these ways of the organization of educational activity, proof of the mathematical statements, solved problems, with another - progress in pupils of culture of logical thinking, intuition, skill to create mathematical models, images.



Problems offered in the textbook have high developing potential. They accustom pupils to the analysis of the apprehended information, its versatile assessment; raise interest of students to lessons of mathematics.

After introduction of the pedagogical software “Algebra, 8 class“ in educational process of studying of algebra at schools of Ukraine authors have developed a site for a feedback with the practicing mathematics teachers using given software product. Remarks and offers of teachers strike root all; the software product is improved and passes the further completion.

REFERENCES

1. Spivakovskiy O. V., Lvov M. S., Kravtsov H. M., Kreknin V. A. Pedagogichni tekhnologii ta pedagogichno oriyentovani prohramni systemy: predmetno-oriyentovanyi pidkhd // *Kompiuter u shkoli y simi.* – 2002. №2(20). – S. 17 – 21.
2. Spivakovskiy O. V., Lvov M. S., Kravtsov H. M., Kreknin V. A. Pedagogichni tekhnologii ta pedagogichno oriyentovani prohramni systemy: predmetno-oriyentovanyi pidkhd // *Kompiuter u shkoli y simi.* – 2002. №3(21). – S. 23 – 26.
3. Spivakovskiy O. V., Lvov M. S., Kravtsov H. M., Kreknin V. A. Pedagogichni tekhnologii ta pedagogichno oriyentovani prohramni systemy: predmetno-oriyentovanyi pidkhd // *Kompiuter u shkoli y simi.* – 2002. №4(22). – S. 24 – 28.
4. Lvov M. S. Kontsepsiia prohramnoi systemy pidtrymky matematychnoi diialnosti. *Kompiuterno-oriyentovani systemy navchannia: Zb. nauk. prats. Vyp. 7 / K.:NPU im. M.P.Drahomanova,* - 2003. – S.36 – 48.
5. Lvov M. S. Shkilna systema kompiuterno alhebry TerM 7-9. Pryntsypy pobudovy ta osoblyvosti vykorystannia. *Naukovyi chasopys NPU im. Drahomanova, seriia №2. Kompiuterno-oriyentovani systemy navchannia: zb.nauk. prats / redkol.* – K.: NPU im. Drahomanova, - 2005. №3(10). – S. 160 – 168.
6. Kreknin V. A. Metodychni osoblyvosti vykorystannia seredovyshcha rozviazuvannia (SRZ) u prohramno-metodychnomu kompleksi (PMK) ”TERM”. *Naukovyi chasopys NPU im. Drahomanova, seriia №2. Kompiuterno-oriyentovani systemy navchannia: zb.nauk. prats / redkol.* – K.: NPU im. Drahomanova. - 2005. №3(10). S. 111 – 119.
7. Chernenko I. Ie., Shyshko L. S. Intehrovanyi prohramnyi zasib “Algebra, 7 klas”. *Informatsiini tekhnologii v osviti. Zb. nauk. prats. Vyp. 1.* – Kherson: Vyd. KhDU, 2008. – S. 174 – 177.
8. Chernenko I. Ie., Shyshko L. S. Metodychni osoblyvosti kontroliu znan u pedagogichnomu prohramnomu zasobi “Algebra, 8 klas”. *Informatsiini tekhnologii v osviti. Zb. nauk. prats. Vyp. 3.* – Kherson: Vyd. KhDU, 2009. – S. 161 – 168.



ДІДЖИТАЛІЗАЦІЯ ЯК ФАКТОР ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ В УМОВАХ СВІТОВОЇ ПАНДЕМІЇ

Любіч О.О.

ДННУ «Академія фінансового управління»
(м. Київ, Україна)

Анотація. Наведено огляд глобального використання Інтернету. Розглянуто питання інформатизації суспільства та застосування новітніх ІТ-технологій для забезпечення безпеки життєдіяльності в умовах світової пандемії. Проведено аналіз процесів діджиталізації у 2019-2020 рр. та наведено дані про вплив пандемії COVID-19 на окремі сфери економіки. Наведено дані щодо відповідних позицій України у всесвітніх рейтингах та деяких закордонних електронних ресурсів.

Ключові слова. Пандемія, COVID-19, інформатизація, ІТ-технології, освіта та наука, ПРООН, рейтинги України, Індекс глобальної конкурентоспроможності, електронні освітні ресурси.

Вступ. Глобальна пандемія суттєво вплинула на людський розвиток і цей вплив посилюється. За останні 30 років, за висловлюванням адміністратора ПРООН А. Штайнера у світі відбулося багато криз, включно з глобальною фінансовою кризою 2008-2009 років. Кожна із них сильно вдарила по людському розвитку, але, загалом, досягнення у сфері розвитку накопичувалися з року в рік. COVID-19 з його потрійним ударом по охороні здоров'я, освіті та доходам може змінити цю тенденцію.

Виклад основного матеріалу. Застосування новітніх ІТ-технологій має спиратися на відповідні концепції Женевської Декларації принципів [1], серед яких в контексті наших досліджень, слід привернути особливу увагу на ствердженні, що зараз ми вступаємо в нову еру величезних можливостей – еру інформаційного суспільства і розширеного людського спілкування. У цьому суспільстві, що постає, інформація і знання можуть вироблятися, обмінюватися, спільно використовуватися і передаватися по всіх мережах світу. Особливістю сучасного життя є те, багато технологій, які стоять за поточними перетвореннями, стали доступними. Однак, розрив у спроможності країн використовувати нові можливості дуже великий, що має суттєві наслідки в плані формування нерівності і людського розвитку.

Програма розвитку Організації Об'єднаних Націй (ПРООН) відзначає, що індекс Глобального людського розвитку (ІЛР), який вимірюється на підставі показників освіти, охорони здоров'я та рівня життя, в цьому році може знизитися вперше з моменту введення цієї концепції в 1990 році. Очікується, що зниження рівня розвитку людського потенціалу буде більш значним в країнах, що розвиваються, які в меншій мірі, ніж розвинені, здатні впоратися з соціальними і економічними наслідками пандемії.

Україна згідно Всесвітньому рейтингу країн за ІЛР у 2018 році посіла 88 місце (0,750), Азербайджан – 87 (0,754), Сент-Люсія – 89 (0,745); для порівняння – усереднений показник по регіону Латинська Америка і



Карибський басейн – 0,759 [2].

За оцінками ПРООН, в країнах з низьким рівнем людського розвитку в умовах закритих шкіл та відсутності універсального доступу до віддаленого навчання 86% дітей, що навчаються в початковій школі, сьогодні фактично не відвідують заняття. Для порівняння: для країн з високим рівнем людського розвитку ця цифра становить лише 20%.

Забезпечення доступу до інтернету може допомогти ліквідувати цю нерівність. Пом'якшити довгострокові наслідки пандемії COVID-19 можуть рішучі, орієнтовані на справедливість і рівність заходи. Наприклад, забезпечення всіх людей в країнах з низьким і середнім рівнем доходу доступним інтернетом, за оцінками, обійдеться всього лише в 1% від суми фінансової підтримки, яку світова спільнота виділяє на боротьбу з COVID-19.

Всесвітнім економічним форумом (ВЕФ) щорічно публікує рейтинг країн світу за Індексом глобальної конкурентоспроможності (The Global Competitiveness Index, GCI). Індекс глобальної конкурентоспроможності складається з більш ніж 100 змінних, що згруповані у 12 контрольних показників. Україна в 2019 році втратила 4 позиції в Індексі глобальної конкурентоспроможності й опустилася на 85-те місце з 141 країни (табл. 1).

Таблиця 1.

Позиції України за Індексом глобальної конкурентоспроможності

2012-2013 (з 144)	2013-2014 (з 148)	2014-2015 (з 144)	2015-2016 (з 140)	2016-2017 (з 138)	2017-2018 (137)	2018-2019 (141)
73	84	76	79	85	81	85

Згідно зі щорічним звітом ВЕФ, основний регрес зафіксовано у сфері фінансових систем, в якій рейтинг України опустився на 19 позицій — до 136-го місця, й у сфері охорони здоров'я — на 9 позицій, до 101-го місця.

Також дещо погіршилися показники впровадження ІКТ - із 77-го на 78-ме місце, макроекономічної стабільності – зі 131-го на 133-тє місце та інноваційних можливостей - із 58-го на 60-тє місце [3].

Роль ІКТ швидко зростає у житті людства [4]:

- Кількість людей у всьому світі, які користуються Інтернетом, зросла до 4,54 мільярда, що на 7 відсотків (298 мільйонів нових користувачів) порівняно з січнем 2019 року.

- У всьому світі в січні 2020 року налічується 3,80 мільярда користувачів соціальних медіа, причому це число збільшилося більше ніж на 9 відсотків (321 мільйон нових користувачів) з цього часу.

- В усьому світі понад 5,19 мільярда людей зараз користуються мобільними телефонами, а кількість користувачів на 124 мільйони (2,4 відсотка) за останній рік.

- Користувачі Інтернету як відсоток від загальної кількості населення світу - 59%.



- Середня кількість часу в день що проведено з використанням Інтернету для кожного користувача Інтернету - 6 год. 43 хв.

Згідно з прогнозом WEF - зростання зайнятості і середнім рівнем стабільності навичок ІКТ виглядає краще, ніж в будь-якому іншому секторі. Розглядаючи стратегії розвитку майбутньої робочої сили, опитування WEF також виявив більш високу оцінку в секторі ІКТ для інвестицій в перепрофілювання поточних співробітників - 81 відсоток проти 65 відсотків у всіх інших галузях.

Пандемія COVID-19 впливає на технологічні підрозділи по всьому світу таким чином, який був немислимий лише кілька місяців тому. Технологічні пріоритети змінилися в 95% організацій, обстежених під час пандемії, і 88% технологів заявляють, що цифровий досвід клієнтів зараз є пріоритетом. Майже дві третини (64%) технологів зараз просять виконувати завдання та діяльність, якої вони ніколи раніше не робили [5].

Італія та Іспанія належать до країн, що найбільш уразливі до економічних наслідків пандемії. Обидві країни в значній мірі покладаються на подорожі та туризм, який за останні місяці призупинився і залишається дуже обмеженим, незважаючи на поступове відкриття. Подорожі та туризм внесли 14,3 та 13,0% відповідно до ВВП Іспанії та Італії минулого року, включаючи прямі внески від готелів, туристичних агентств, авіакомпаній, ресторанів та інших, а також ефекти від мільярдів доларів або євро, що туристи привозять до них. Наприклад, у США загальний вплив подорожей та туризму був значно меншим - 8,6 відсотка ВВП. Навіть при такій низькій ставці подорожі та туризм безпосередньо підтримують понад 6 мільйонів робочих місць у Сполучених Штатах, загальний внесок у зайнятість становив 16,8 мільйона робочих місць у США [6].

Починаючи з 2016 року в Україні реалізується проект Європейські освітні ініціативи [7]. Проект спрямований на розвиток ІТ-освіти та інтеграцію кращих світових практик у систему підготовки ІТ-фахівців. Мета проекту – забезпечити кожного бажаючого якісною сучасною освітою у сфері інформаційних технологій, допомогти ІТ-фахівцям бути конкурентоспроможними та гарантовано працевлаштованими.

Для подолання довготривалих наслідків COVID-19 Регіональне бюро ПРООН у країнах Європи та Центральної Азії запускає платформу BOOST [8] - регіональну програму для прискорення соціальних інновацій. Вона підтримуватиме нові рішення у цифровій, економічній та медичній сферах.

«Пандемія COVID-19 негативно впливає на всі сфери розвитку. Наша нова платформа має на меті підтримати і максимально поширити ефективні локальні рішення», – підкреслив керівник Регіонального бюро ПРООН у країнах Європи та Центральної Азії Герд Трогеманн.

BOOST – це регіональна програма прискорення інновацій із соціальним впливом з місією вирішення завдань Covid-19 та створення більш стійкого майбутнього. BOOST призначений для підготовки організацій та компаній до впровадження інноваційних рішень у сфері оцифрування, низької економіки та добробуту, які вирішують проблеми розвитку, що впливають із пандемії. У



розробці до відповідних інноваційних рішень зможуть долучитися приватний сектор, науково-дослідні інститути, вищі навчальні заклади та організації громадянського суспільства в країнах Європи та Центральної Азії.

Цифрові технології відкривають нові можливості для розвитку економіки та підвищення якості життя громадян, забезпечують умови для того, щоб людський потенціал України став людським капіталом світового значення. Діджиталізація суспільства спрямована на підвищення інтегрального інтелекту всієї цивілізації, здатного передбачити розвиток людства й управляти ним. Зараз вона сприятиме подоланню економічного і соціальної кризи, викликані пандемією.

Висновки. Covid-19 матиме довгостроковий вплив на майбутнє економіки, роботи, управління та здоров'я. Цифровізація надає реальні можливості для підтримки економіки та освіти держави в умовах пандемії. Інформатизація сприяє доступу до світових інформаційних ресурсів; прискорює глобалізацію; сприяє удосконаленню форм і змісту навчального процесу, інтеграції навчальної, дослідницької та виробничої діяльності. Нові інфраструктурні проекти відкривають шлях як до отримання досвіду у застосуванні створених нових знань, так і залучення додаткових джерел фінансування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Женевська Декларація принципів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://apitu.org.ua/wsis/dp>.
2. Доклад о человеческом развитии 2019 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://news.un.org/ru/story/2019/12/1368711>.
3. Україна опустилася на 85-те місце в щорічному рейтингу конкурентоспроможності WEF [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ua.interfax.com.ua/news/economic/617843.html>.
4. Global digital population as of July 2020 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.statista.com/statistics/617136/digital-population-worldwide/>.
5. The Agents of Transformation Report 2020: COVID-19 Special Edition [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.appdynamics.com/blog/news/agents-of-transformation-report-2020/>.
6. COVID-19 Hub [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://wtcc.org/COVID-19>.
7. Сучасна ІТ освіта в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/visha-osvita/suchasna-it-osvita-v-ukrayini>.
8. Let's give Covid-19 recovery a boost! [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://boostimpact.org/>.

Наведені нижче посилання на закордонні електронні освітні ресурси ілюструють шляхи цифрової трансформації суспільства та глобальної економіки, майбутнє розвитку освіти та робочих місць у 2020-2030 рр., вплив пандемії на акселерацію діджиталізації суспільства:



9. World Economic Forum [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.weforum.org>;
10. Employment, skills and education [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.youtube.com/watch?v=7g8OpiWR83Y>;
11. Digital transformation: are you ready for exponential change? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.com/watch? =ystdF6jN7hc](https://www.com/watch?=ystdF6jN7hc);
12. The Digital Skills Gap and the Future of Jobs 2020 - The Fundamental Growth___Mindset [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.youtube.com/ watch?v=Y9FOyoS3Fag](https://www.youtube.com/watch?v=Y9FOyoS3Fag);
13. Digital Transformation: Future Scenarios 2030 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.youtube.com/watch?v=62WWcs9EY1w>;
14. Digital Transformation Course Introduction [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.youtube.com/watch?v=AnPNgnz74HU>;
15. What you should know about digital transformation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.youtube.com/watch?v=_nSJYGEBYrg;
16. Beyond-the-pandemic [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://disruptivetechasean.com/big_news/beyond-the-pandemic-how-agents-of-transformation-will-deliver-a-lasting-legacy-of-innovation.



УВАГА ДО ЛЮДСЬКОГО ЧИННИКА ПРИ НАВЧАННІ ТА БЕЗПЕКА СКЛАДНИХ СИСТЕМ

Мигаль Г.В.

Національний аерокосмічний університет імені М.Є. Жуковського «ХАІ»
(м. Харків, Україна)

Протасенко О.Ф.

Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця
(м. Харків, Україна)

Наслідками недостатньої уваги спеціалістів до людського чинника при розробці сучасних систем і технологій є необізнаність спеціалістів із когнітивними аспектами взаємодії в системі «людина-техніка-середовище», що не дозволяє належним чином проектувати життєздатні складні технічні системи [1-4]. В роботі показано необхідність врахування людського чинника на усіх етапах життєвого циклу сучасних технологій та необхідність впровадження у програми підготовки інженерів дисципліни, присвяченої феномену людського чинника.

Сьогодні надійність і безпечність складних систем напряму пов'язані з людським чинником. Аналіз сучасних технологій з управління людським чинником показав, що найбільш ефективним є поєднання традиційних підходів до забезпечення безпеки працівника (ергономічні методи) з сучасними досягненнями (інформаційні і когнітивні технології) [5]. Відомо, що безпечну поведінку людини визначають багато чинників, таких як традиції і стереотипи, виховання, рівень освіти і культури, коло інтересів, світоглядні позиції та інші, що у сукупності і становить зміст поняття «людський чинник». Тому базовим принципом підходу до питання безпеки мають стати комплексні дослідження, що включають оцінювання інженерно-технічних, соціальних, інформаційних, психологічних і психофізіологічних показників діяльності працівника [6-10], що дозволить зробити системне визначення ролі людського чинника у питаннях безпеки на виробництві та завдяки цьому визначити шляхи її підвищення. Наприклад, важливість визначення ролі людського чинника у безпеці виробництва підтверджують і офіційні статистичні дані, згідно яких людський чинник є причиною 80-90% аварій на виробництві, дорожньо-транспортному середовищі, авіаційній галузі. У цьому зв'язку актуальними є пошукові дослідження підходів до врахування індивідуальних характеристик людини як основних ризикоутворюючих чинників аварій на виробництві.

Ризикована поведінка людини є багатофакторним та мало прогнозованим явищем, що виникає з багатьох причин. Найбільш значущою є критичне зростання психоемоційного й інформаційного навантаження на людину в системі виробничих відносин, що призводить до сумарного ефекту порушення індивідуальних механізмів стресової адаптації людини та її неадекватної адаптивно-компенсаторної поведінки в стані стресу. У цьому зв'язку необхідно враховувати психофізіологічні особливості людей, що приймають рішення в



системі «людина-техніка-середовище». Системні причини небезпечної або ризикованої поведінки людини знаходяться на перетині площин поінформованості людей, їхнього бажання використовувати існуючу інформацію та психофізіологічних і психологічних особливостей [11, 12]. Відповідно і засоби їх регулювання потрібно вибирати з урахуванням особливостей цих впливів. Доведено, що підвищення виробничої безпеки базується на програмуванні моделі безпечної поведінки людини в мінливому виробничому середовищі, що можна проілюструвати за допомогою модифікованої піраміди Хайнриха (рис. 2) [10, 13].

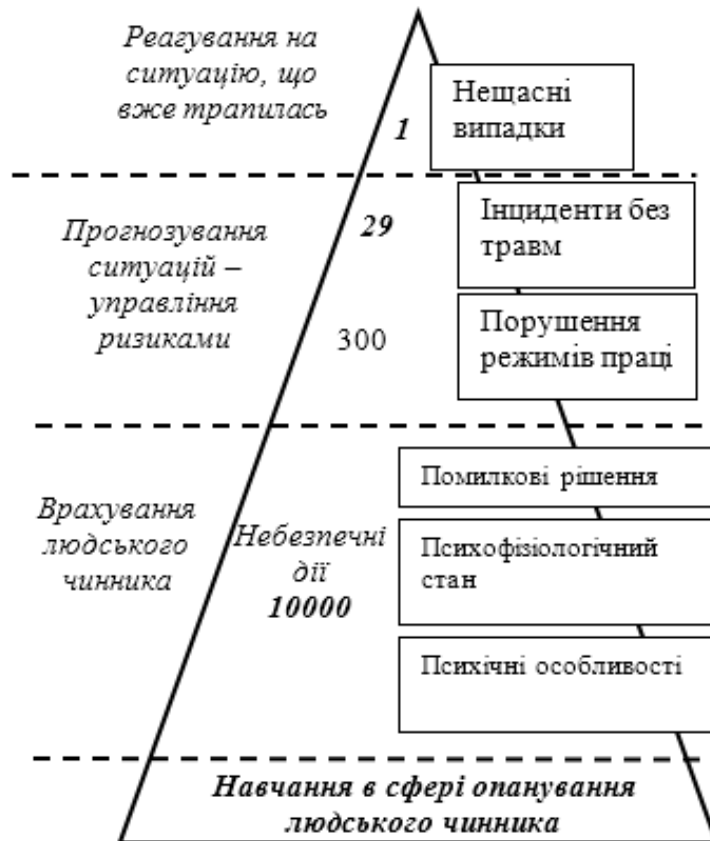


Рисунок 1. Модифікована піраміда Хайнриха

Згідно представленої на рисунку піраміди, основою для створення безпечних умов діяльності є опанування працівниками поняття «людський чинник» і його важливості для забезпечення індивідуальної безпеки. Це дозволяє, згідно статистичних даних, підвищити ефективність автоматизованих виробництв на 10-20%, знизити плинність кадрів на 5-10%, скоротити час навчання складним професіям на 15-30%. У подальшому врахування людського чинника у питаннях безпеки дозволить підвищити ефективність прогнозування виникнення небезпечних подій, а вже на підставі цього пропонувати найбільш ефективні заходи щодо забезпечення безпеки на виробництві.

Підходи до вирішення проблем безпеки шляхом управління людським чинником. Відомо, що основною проблемою є свідоме немотивоване порушення існуючих інструкцій і правил з безпеки. Тому сьогодні актуальним є підхід, що



розглядає безпеку як «стан середовища» професійної діяльності. Такий підхід передбачає врахування людської індивідуальності (функціонального стану та здоров'я, мотивів та моделей поведінки тощо) на усіх етапах життєвого циклу складної системи (виробництва, експлуатації, тощо) [1-4]. Тобто формування безпечної моделі поведінки людини на виробництві здійснюється на підставі врахування психофізіологічних ризиків і включає такі елементи:

- прогресивне зменшення впливу людського чинника шляхом передачі частини функцій від людини оператора до систем штучного інтелекту;
- розробка і впровадження інтегрованих систем підтримки прийняття рішень;
- оптимізація впливу людського чинника на безпеку через удосконалення і розвиток системи професійної підготовки, що дозволяє створити підґрунтя для розвитку такого поняття, як культура безпеки.

Формування культури безпеки базується на:

- розробці логіки мотивації і прийняття рішення;
- розумінні динаміки функціонального стану людини і його психофізіологічних можливостей і обмежень;
- створенні умов для безперервного навчання і одержання нового досвіду.

Особлива увага також повинна приділятися практичним питанням поведінки людини в стресових умовах, що дає можливість слухачам краще зрозуміти інших учасників системи «людина-техніка-середовище»: аналіз психічної структури особистості: реагування в конфліктній ситуації, комунікабельність, темперамент, стресостійкість; аналіз мотиваційної спрямованості особистості; лідерство; питання здоров'я персоналу, технології підтримки та покращення здоров'я. Отже, основна проблема криється в відсутності відповідних знань сучасної людини що приймає рішення в складних системах та технологіях [11].

Сучасні технології та сучасні системи потребують спеціалістів нової формації, з новими знаннями, вміннями. Людям, що проектують, експлуатують, приймають рішення в складних динамічних системах (транспортних, екологічних, енергетичних) необхідно сьогодні володіти поняттями «системність», «життєздатність», «стійкість», та їхньої тісної залежності від особливостей та можливостей людини як головної ланки таких систем [11, 12].

У світі сучасних цифрових технологій вже широко використовують досягнення нейронаук (нейроекономіка, нейроергономіка, нейробіологія, нейромаркетинг) та когнітивних наук (когнітивна ергономіка, когнітивні обчислення та інші) [7, 9, 10]. В той час як навчання у галузі інженерії (промислової, військової, біо, системної, програмної) та менеджменту відбувається у певному відриві від врахування людського чинника, тобто особливостей взаємодії людини та техніки у системі «людина – машина», «людина – навчальне середовище», «людина – техніка – середовище».



Для транспортної галузі надзвичайно актуальним є створення безпечніших, надійніших та ефективніших систем. Однак на усіх етапах життєвого циклу транспортних та інших складних динамічних систем ці якості залежать від психофізіологічних можливостей та обмежень людини (водія, пілота, диспетчера, конструктора, проектувальника, менеджера тощо), який приймає важливі рішення. І саме від врахування людського чинника залежить безпечність, надійність і стійкість складних динамічних систем, що проектуються та експлуатуються людиною.

Навчання. Сьогодні у провідних навчальних закладах світу інженерного спрямування значна увага приділяється людському чиннику. У провідних університетах викладають такі навчальні дисципліни: Human Factors and Ergonomics, Human factors engineers, Ergonomics, Human Computer Interaction, Human Machine Interaction, Man-Machine System, People, Technology, Organization and Risk Management, Physical ergonomics, Usability Testing, Work Organization, Humans and Indoor Environments, Humans in Extreme Environments, Using Virtual Reality, Work physiology. Проблематика цього напрямку – це перетин проблем психологічних особливостей людини, її психофізіологічних обмежень, поінформованості та вмотивованості, бажанні використовувати свої ресурси та знання.

Безпечне обладнання викликає помилкове відчуття захищеності і безпечності, що підвищує ризик, якщо не враховувати особливості природи людського чинника при проектуванні, встановленні, матеріально-технічному обслуговуванні і експлуатації. Тобто *актуальним* є акцент на питанні навчання людини на усіх етапах життєвого циклу сучасних технологій [1-3].

Таким чином, сьогодні наслідком стрімкого розвитку технології є очевидна необхідність не тільки менеджменту, їх правового регулювання, але й навчання студентів враховувати людський чинник на усіх етапах життєвого циклу технологій та людино-машинних систем. Обґрунтувати це і було *метою* даної роботи. Безпека технологій та обладнання, безпека діяльності людини у цьому середовищі – ознака найвищої кваліфікації людини, яка є частиною будь-якого етапу життєвого циклу виробництва. Уміння запобігти ризикам, мінімізувати їх наслідки, пов'язані із людським чинником, це сьогодні одна з найсуттєвіших професійних навичок.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мигаль Г. В. Інженерія людського чинника в сучасній освіті / Г. В. Мигаль, О. Ф. Протасенко // Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки. – 2019. – Том 30 (69), № 6. – С. 1 – 6.
2. Dul Jan. A strategy for human factors/ergonomics: developing the discipline and profession / Jan Dul, Ralph Bruder // Ergonomics. – 2012. – Vol. 55, No. 4. – P. 377 – 395.
3. Sward Justin R. E. Individual latent error detection: Simply stop, look and listen / Justin R. E. Sward, Neville A. // Stanton Safety Science. – 2018. – Vol. 101. – P. 305 – 312.



4. Wilson J. R. Fundamentals of systems ergonomics/human factors / J. R. Wilson // *Applied Ergonomics*. – 2014. – Vol. 45, Is. 1. – P. 5 – 13.
5. Hsiao H. Preventing emergency vehicle crashes: status and challenges of human factors issues / H. Hsiao, J. Chang, P. Simeonov // *Human Factors*. – 2018. – Vol. 60, No. 7. – P. 1048 – 1072.
6. Hancock P. A. Does human factors/ergonomics contribute to the quality of life? / P. A. Hancock, C. G. Drury // *Theoretical Issues in Ergonomics Science*. – 2011. – Vol. 12, No. 5. – P. 416 – 426.
7. Young M. S. State of science: mental workload in ergonomics / M. S. Young, K. A. Brookhuis, Ch. D. Wickens, [et al.] *Ergonomics*. 2015. Vol. 58. P. 1-17. doi: 10.1080/00140139.2014.956151.
8. Протасенко О. Ф. Нові поняття сучасної ергономіки / О. Ф. Протасенко, Г. В. Мигаль // *Открытые информационные и компьютерные технологии*. – 2018. – Вип. 79. – С. 162 – 171.
9. Marshall P. Heinrich's pyramid and occupational safety: a statistical validation methodology / P. Marshall, A. Hirmas, M. Singer // *Safety Science*. – 2018. – Vol. 101. – P. 180 – 189.
10. Мигаль Г. В. Роль людського чинника у забезпеченні охорони праці на виробництві / Г. В. Мигаль, О. Ф. Протасенко // *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. – 2020. – № 1(3). – С. 60 – 66.
11. Мигаль В. П. Аналіз життєздатності університету як складної динамічної системи / В. П. Мигаль, Г. В. Мигаль // *Електротехнічні та комп'ютерні системи*. – 2018. – № 27 (103). – С. 264 – 272.
12. Mygal G., Mygal V. Interdisciplinary approach to informational teaching environment formation. // *Праці Одеського політехнічного університету*, 2018. Вип. 1(54), с. 92-98. DOI 10.15276/opus.1.54.2018.13.
13. Мигаль Г. В. Полідисциплінарний підхід до інженерії людського чинника / Г. В. Мигаль, В. П. Мигаль. // *Комунальне господарство міст*. Серія: технічні науки та архітектура. – 2020. – Вип 156 (3). – С.149-157.



МОТИВАЦІЯ ПРАЦІВНИКІВ В АСПЕКТІ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Мороз М.О.

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
(м. Харків, Україна)

Ефективна діяльність підприємства безпосередньо пов'язана з роботою персоналу. Підвищення ефективності роботи будь-якої організації забезпечується різними способами, одним з яких є мотивація її працівників. Її метою є формування корпоративної культури, моделей поведінки, які придбані організацією в процесі адаптації до зовнішнього середовища і внутрішньої інтеграції, які показали свою ефективність і розділяються більшістю членів організації. Мотивація забезпечує економічні соціальні та моральні аспекти діяльності. Необхідність стимулювання працівників закріплено в законодавчому порядку і згідно з статтею 25 Закону України «Про охорону праці» - «до працівників можуть застосовуватися будь-які заохочення за активну участь та ініціативу у здійсненні заходів щодо підвищення рівня безпеки та поліпшення умов праці» [1], використовується на практиці не так ефективно та найчастіше впроваджують протилежні заходи, такі як дисциплінарні покарання.

Сучасні теорії мотивації, що пояснюють поведінку людини в процесах організації праці, що забезпечує, в тому числі і його безпеку, засновані на поняттях потреби і винагороди [2]. Необхідно так організувати робочий процес, щоб кожен працівник докладав максимум зусиль для виконання поставлених завдань, міг на них концентруватися, незалежно від чинників ззовні. Ефективність праці, що враховує трудовитрати, можна вважати приватним показником ефективності підприємства, при розрахунку якої враховують матеріальні, трудові і фінансові витрати. Трудова або соціальна складова підприємства, яка безпосередньо пов'язана з продуктивністю, повинна розглядатися не тільки з точки зору використання робочої сили, а також в аспекті збереження життя і здоров'я співробітників. Підвищення продуктивності праці виступає рушійною силою зростання не тільки економічної, але й соціальної ефективності праці. Визначення можливостей зростання підвищення продуктивності праці є важливим етапом аналітичної роботи будь-якого підприємства. [3].

Зростання продуктивності з точки зору використання робочої сили досягається шляхом зростання складності праці і збільшення його інтенсивності. Інтенсивне відтворення робочої сили супроводжується постійним ускладненням праці на основі вдосконалення професійно-кваліфікаційної структури працівників. І по тому, як часто буває, при розвитку підприємства, праця співробітників стає більш складною, і без мотиваційної складової в системі управління охороною праці не обійтися. Система стимулювання, яка враховує категорію персоналу для визначення області дії і результату на які бажають вплинути, а також виду стимулювання є основним елементом мотивації.

При виборі варіантів стимулювання потрібно враховувати не тільки стимули, але і результати їх впливу. Система стимулювання може включати в



себе матеріальні і нематеріальні стимули. До матеріальних належать: оплата праці; премії, надбавки і доплати; участь працівника в розподілі прибутку організації або в акціонерному капіталі; винагороди; повна або часткова оплата медичного обслуговування, оздоровчих програм, транспортних витрат, додаткового навчання; отримання пільгових кредитів, позик, відстрочки платежів; доплати до пенсії; додаткові оплачувані відпустку або вихідні дні; страхування життя і здоров'я; оплата харчування, житла; знижки на покупку товарів. В системі преміювання повинні враховуватися всі сторони діяльності співробітників, показники і умови роботи і зайнятості. Оцінка існуючих показників і умов, в системі преміювання повинна виражатися і в бонусних накопиченнях або коефіцієнтах. Не виключено участь працівників у розподілі прибутку підприємства, в акціонерному капіталі у вигляді сертифікатів, пільгових кредитів, позик на придбання авто або житла.

До нематеріальних стимулів відносяться: система кадрової ротації, підвищення кваліфікації, навчання суміжним професіям, гарантована зайнятість, можливість самостійно вирішувати виробничі завдання, делегування додаткових повноважень, надання права вибору найбільш цікавих завдань, залучення до прийняття рішень на більш високих рівнях управління, можливість участі в неформальних зустрічах з керівництвом, участь в корпоративних заходах, усна подяка, почесні грамоти.

Таким чином, важливу роль в підвищенні якості праці працівників грає правильний вибір систем і форм оплати праці. При цьому повинні враховуватися конкретні виробничі умови, відповідність рівня зарплати та її якості, обсяг виконуваної роботи.

Використання стимулів, що впливають на формування компетенцій, має привести, в кінцевому рахунку, до створення високопрофесійного колективу, ефективності виробничої діяльності. А професійність співробітників завжди поруч з безпекою праці. А це - підвищення якості дисципліни, культури процесів праці; ріст відповідальності працівників не тільки за індивідуальні, а й за групові результати тощо.

Одже для того, щоб підвищити ефективність роботи та утримувати її на певному рівні, використовуючи мотиваційну складову, забезпечити результативність і безпеку роботи, потрібно вправно використовувати систему стимулів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про внесення змін до Закону України "Про охорону праці". – № 191 VII від 12.02.2015 р. // Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 1992, № 49.
2. Попрозман О. І. Мотивація персоналу на підприємствах: підручник / О. І. Попрозман // Формування ринкових відносин в Україні, – 2008. – 139с.
3. Мазур Н. О. Формування системи мотивації продуктивності персоналу підприємства: навчальний посібник / Ред. Н. О. Мазур; Львів. НУ – Львівська політехніка, 2004. – 20с.



РОЛЬ ОБРАЗОВАНИЯ В УЛУЧШЕНИИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ НЕГАТИВНЫХ ПРИРОДНО- КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Пятаков Э.Н., Ходаков В.Е., Дебела И.Н.

Херсонский морской институт последипломного образования имени контр-адмирала
Ф.Ф. Ушакова
(г. Херсон, Украина)

Соколов А.Е.

Херсонский национальный технический университет
(г. Херсон, Украина)

Введение. Украина относится к Восточно-европейским странам с более суровыми - негативными природно-климатическими условиями (ПКУ), приближенными к критическим, чем страны Западной Европы. Это, по сути, социально-экономические системы (СЭС) с негативными природно-климатическими факторами (ПКФ). На протяжении столетия в обществе осуществлялось чрезмерное ограничение доступа к общественно-необходимой информации, преднамеренное манипулирование, сокрытие, утаивание, извращение, навязывание ложной информации о ПКУ стран Восточной Европы и влияния таких ПКУ на экономику и общество. Всё это привело к снижению уровня информационной безопасности личности, общества и государства, а также к снижению социальной и политической стабильности и механизмов регулирования общественных отношений. Для обеспечения информационной безопасности необходимо развивать и принимать меры, способы защиты противостояния угрозам информационной войны, способствовать развитию информационной культуры общества, в том числе развитию личностных способов активной и пассивной защиты от опасных информационных воздействий и привития навыков технологически грамотного продуцирования информации. К таким мерам относятся просвещение и обучение общества в области реальных ПКФ, массовое распространение научной и научно-популярной литературы о них, ориентация СМИ по разъяснению влияния ПКФ на экономику и общество, реализация мер противодействия деструктивным информационным воздействиям. Имеются все условия для формирования теории и практики информационной безопасности личности и общества в нынешних условиях ноосферного мышления [1, 2].

Такое положение дел не способствует устойчивому развитию региональных СЭС с негативными ПКФ, которые и составляют экономическую систему Украины. Как следствие, дорожает любое производство, усложняется жизнедеятельность человека, снижается эффективность функционирования региональных СЭС, что в конечном итоге приводит к уменьшению уровня роста ВВП.

Общество любой страны заинтересовано в улучшении условий жизнедеятельности человека, стабильном росте ВВП, как основных показателей экономического и социального благополучия населения. Практическое решение



этих задач начинается с тщательного анализа и изучения условий и возможностей обеспечения качественного роста уровня жизнедеятельности человека, элементов природной среды, уровня развитости экономики и технологий, в первую очередь адаптивных технологий и производств, уровня образованности населения, трудовых человеческих ресурсов (человеческого капитала).

Целью работы является поиск механизмов улучшения жизнедеятельности человека в странах Восточной Европы, повышение эффективности функционирования этих стран как социально-экономических систем (СЭС) в условиях негативных природно-климатических факторов (ПКФ). Системный анализ природной среды Украины, как страны Восточной Европы, показывает [3], что важнейшим фактором, способствующим улучшению жизнедеятельности человека и повышению эффективности функционирования СЭС является обеспечение высокого уровня образованности населения, фундаментальное и системное образование, для подготовки высококвалифицированных кадров - человеческого капитала, для стимулирования развития новых технологий и новаций, позволяющих в условиях неблагоприятной природной среды развивать высокотехнологическую эффективную экономику. Высокий уровень образованности населения и квалификации трудового капитала способствует улучшению жизнедеятельности человека, снижению степени влияния негативности природно-климатических факторов, позволяет формировать ориентацию на интеллектуализацию капитала и экономики, стимулирование и развитие высокотехнологичных наукоёмких экспортно-ориентированных технологий и производств, формированию патриотичной, научной, деловой и культурной элиты. Создание такой элиты приведёт к стимулированию отечественного бизнеса, соответствующего уровню мировых стандартов. Интеллектуализация бизнеса и капитала, как составляющих экономики менее подверженных влиянию негативных ПКФ, характерных для Украины, как страны Восточной Европы [3].

Основное содержание. Образование для стран с неблагоприятными ПКФ должно иметь фундаментальный характер, поскольку территория Украины - это зона повышения рисков во всех сферах жизнедеятельности человека и экономики страны, образование населения является ключевым фактором экономического и социального благополучия государства.

Образование является первичным ресурсом, формирующим человеческий капитал, способным пробудить экономику, привнести в неё динамизм, обеспечить рывок в развитии производства, а человеческий капитал сейчас - это основной фактор развития экономики. Образование выступает в качестве [3]:

- ведущего механизма производителя человеческого капитала (ресурса);
- ведущего механизма социокультурной приемственности в развитии общества;



- основы воспроизводства духовного потенциала страны в развитии индивида;
- родовой потребности, формы жизни человека в меняющемся обществе;
- механизма воспроизводства науки и культуры;
- базы сохранения исторической и национально-этнической самоидентификации народа;
- базиса современной экономики и науки;
- воплощением принципа «образование в течении всей жизни»;
- условия исторического здоровья нации;
- главным механизмом воспроизводства и развития общественного интеллекта.

Сейчас 40 – 70% прироста национального дохода обеспечивается за счёт прироста знаний и уровня образованности населения и происходит интеллектуализация практически всех производительных сил общества. Образование – это главный фактор в переменах движущих сил общества, развития экономики.

Как образование, так и экономика общества в настоящее время функционируют в условия процессов и явлений глобализации.

Глобализации представляет собой процессы втягивания мирового хозяйства, ещё недавно понимаемого как совокупность национальных хозяйств, связанных друг с другом системой международного разделения труда, экономических и политических отношений в мировом рынке и тесные переплетения их экономик на основе транс-национализации и регионализации. На этой базе происходит формирование единой мировой сетевой рыночной экономики – геоэкономики и её инфраструктуры, разрушение национального суверенитета государств, являющихся главными действующими лицами международных отношений на протяжении многих веков. Процесс глобализации есть следствие эволюции государственно оформленных рыночных систем. Следствием этого является мировое разделение труда, миграция в масштабах всей планеты капитала, рабочей силы, законодательства, экономических и технологических процессов, а также сближение и слияние культур разных стран. В результате глобализации мир становится более связанным и более зависимым от всех его субъектов.

Использование сетевых структур, компьютерной техники и технологий в образовательном процессе позволило говорить о «компьютерном образовании», эффективность которого повышается за счёт большей доступности учебных материалов и консультаций. Согласно [4], опираясь на доступность электронных сетей можно говорить, что компьютерное обучение носит глобальный характер. Так как это связано с образованием, глобализация рассматривается «как процесс международной, экономической, политической и культурной интеграции, широкое использование иностранных языков (особенно английского) для международной коммуникации, где рост интернетовского использования стал признанным инструментом для обучения».

Процесс глобализации образования - тенденция мировая, охватывающая все уровни образования. При этом выделяют две противопоставленные



парадигмы глобального образования: парадигма глобальной взаимозависимости и международного взаимопонимания и парадигма экономической конкуренции.

Глобализация вызывает или формирует ряд особенностей, которыми должно обладать образование. Так, например, глобализация способствует увеличению рисков, как в повышении их количества, так и в расширении их разнообразия, поэтому необходимо решать задачу парирования рисков - компенсацию рискованных явлений.

Также глобализация вызывает необходимость увеличения значения фундаментальности образования. Под фундаментальностью образования понимают сочетание разнообразных гуманитарных и естественно научных знаний для совместного использования на основе изучения определённого круга вопросов по основополагающим областям знаний, как должного направления науки, так и общеобразовательных дисциплин, без которых немислим интеллигентный, образованный человек. Фундаментальность высшего образования – это соединение научного знания и образовательного процесса.

Для Восточной Европы, кроме явлений глобализаций, необходимо обеспечивать жизнедеятельность в условиях негативных ПКУ [5].

Образование для Украины - страны Восточной Европы, играет чрезвычайно важную роль, более весомую, чем для других стран (рис. 1).

Во-первых, образование обеспечивает улучшение жизнедеятельности человека.

Во-вторых, образование играет роль фактора просвещения в области природно-климатических условий. Просвещённый человек более грамотно, активно и более безопасно организует свою жизнедеятельность в условиях негативных ПКФ, адаптируясь как сам, так и адаптируя условия жизнедеятельности, технологии, процессы, растения, животных, адаптируя свой быт.

В-третьих, образование играет роль активного фактора блокирования и смягчения негативных ПКУ.

В-четвёртых, образование – это основной фактор подготовки и формирования человеческого капитала. Необходимо совершенствовать и развивать образование, повышать его качество, фундаментальность, увеличивать длительность обучения, развивать науку, культуру, здравоохранение. Благодаря образованию, формируемый им человеческий капитал является основным фактором развития экономики страны.

В-пятых, образование повышает уровень информационной безопасности общества, личности и государства. Необходимо постоянно развивать составляющие образования: методологию, методы, математические модели, теорию и методы компьютеризированного обучения для формирования человеческого капитала, элиты общества. Необходимо увеличивать вложение средств, инвестиций в развитие элиты общества, человеческого капитала.

В-шестых, образование играет основную роль в снижении уровня коррупции, коррумпированности общества. Для снижения коррупции необходимо поддерживать высокий уровень образования, образованности населения. В связи с тем, что коррумпированность в Украине - это черта



менталитета населения, определяемая многовековым опытом становления народа в условиях негативных ПКУ, надеяться на быстрое снижение коррумпированности не приходится. Снижение уровня образования затягивает процесс борьбы с коррупцией.

Для стран Восточной Европы, с негативными природно-климатическими условиями, образование должно быть важным по значимости, как и оборонная отрасль и здравоохранение, что и подчёркивается различными службами и лицами в период пандемии COROVID 19 и вызванного им экономического кризиса.

Таким образом, образование является важнейшим фактором повышения уровня экономического развития стран за счёт подготовки и формирования человеческого капитала, как высокого уровня квалификации и знаний. Принято уровень образованности в настоящее время оценивать величиной затрат времени на образование (количества лет на обучение).

Можно считать, что:

Чем выше в стране показатель среднего числа лет на образование, тем более быстрыми темпами растёт экономика стран, т.е. более высокие темпы экономического роста.

Значение образования, как фактора развития, связано с его влиянием на человеческий ресурс - человеческий капитал и, соответственно на производственные технологии.

Образование оказывает положительное влияние на инвестиции в человеческий капитал, что вызывает его экономический рост.

В связи с важностью образования необходимо увеличивать уровень охвата взрослого населения законченным высшим образованием. В группе стран с высоким уровнем охвата России принадлежит второе место (после США). Первая тройка выглядит следующим образом: США, Россия, Япония. В США затраты на финансирование образования – 7,5% ВВП, в Японии – 3,4% ВВП, в странах Евросоюза – от 2% до 3% ВВП.

Нужно отметить ещё одну важную особенность современного образования – образование является одной из ведущих производительных отраслей в экономике развитых стран за счёт вклада отрасли высшего образования в экономику, через реализацию образовательных задач на внутреннем и внешнем рынках.

Для общества, основанного на знаниях, требуется, чтобы доля экономически активных граждан с высшим образованием составляла порядка 60%. Результат образовательной деятельности материализуется в стоимость через работу более высокого качества и производительности, которую выполняет более образованный специалист на своём рабочем месте. По результатам Росстата в России доля стоимости национального дохода, приходящегося на граждан с высшим образованием, составляет 56%, в США – 60%.

Увеличение набора в среднюю школу на 1% ведёт к увеличению ВВП на душу населения на 13% ежегодно, а прирост человеческого капитала на 1% в высшем образовании обеспечивает увеличение темпа роста ВВП на душу населения на 5,9%. Повышение «образованности» общества на один академический год обеспечивает прирост экономики на 5%.



Согласно данным Росстата, производительность труда работника с высшим образованием ~ в 8 раз выше, чем у работника не имеющего образования.

Затраты на формирование человеческого капитала работников с высшим образованием с точки зрения прироста человеческого капитала страны ~ в 5 раз эффективнее затрат на формирование человеческого капитала лиц без высшего образования.

По нашему мнению, сформированная система образования в советском Союзе была самым большим достижением Союза. В подтверждение этого приведём слова академика РАН Моисеева Н. Н. из его книги «Как далеко до завтрашнего дня. Свободные размышления». «Образование создаёт грамотное население, грамотное население - это тот интеллектуальный потенциал, которым обладала страна. Необходимо найти способы его сохранения и рационального использования, это ключ к разрешению и экономических и социальных проблем. Только это может помочь утвердиться высшим технологиям и обеспечить сохранение страны в клубе промышленно развитых стран.»

Заключение. В настоящее время в эпоху интенсивного развития науки и техники повышается роль образования, которое стимулирует развитие личности и общества, экономики и государства. Образование является самым важным фактором формирования человеческого капитала - трудового потенциала страны, как движущей силы развития национальной экономики.

Образование для стран с неблагоприятными природно-климатическими условиями играет более значимую роль, чем для стран с благоприятными ПКУ. Образование должно быть фундаментальным и системным, задача государства состоит во всемерной его поддержке. Можно сказать, что будущее страны, её значимость в мировой политике и экономике определяется, прежде всего, уровнем образованности и культуры общества и его индивидов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гумилев Л. Н. От Руси до России/ Л.Н. Гумилев. - М.: ЛСТ - Москва, 2006 – 416 с.
2. Ходаков В. Е. Природно-климатические факторы и развитие социально-экономических систем / В.Е. Ходаков, Н.А. Соколова. – Херсон: Из-во ХДМА, 2016 – 604 с.
3. Ходаков В.Е. Высшее образование взгляд со стороны и изнутри. / В.Е. Ходаков, Херсон, 2006 – 338 с.
4. Загвязинский В.Н. теория обучения. Современная интерпретация. Учебн.пособие / В.Н. Загвязинский – М.: Из-во «Академия». 2001. – 192 с.
5. Гумилев Л.Н. Этногенез и биосфера Земли/ Л.Н. Гумилев. – М.: Д «Дик», 1994. – 638 с.



ЗАВДАННЯ КВАЛІМЕТРІЇ, ДІАГНОСТИКИ І КОРЕКЦІЇ НЕДИСЦИПЛІНОВАНОСТІ АВІАЦІЙНИХ ОПЕРАТОРІВ «ПЕРЕДНЬОГО КРАЮ» ПІД ЧАС ПОЧАТКОВОЇ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ

Рева О.М., Камишин В.В.

Український інститут науково-технічної експертизи та інформації
(м. Київ, Україна)

Шульгін В.А., Сагановська Л.А.

Льотна академія Національного авіаційного університету
(м. Кропивницький, Україна)

Враховуючи вплив людського чинника (ЛЧ) на безпеку польотів (БП), який впродовж десятиліть є першопричиною абсолютної більшості авіаційних подій (АП) і серйозних інцидентів (СІ), провідні авіакомпанії і авіаційні адміністрації світу приділяють все більше уваги початковій професійній підготовці (ПП) авіаційних операторів «переднього краю». Адже дійсно, з одного боку, саме ця категорія авіаційних фахівців здійснює суттєвіший і безпосередній вплив, як позитивний, так і негативний, на забезпечення належного рівня БП. З іншого боку, пильна увага молодим пілотам і диспетчерам управління повітряним рухом (УПР) пов'язана з наявністю в них мобільних, знань, умінь, навичок (ЗУН), ознак характерної поведінки тощо, що легко корегуються саме на етапі закладання фундаменту майбутньої професійної майстерності. І зрозуміло, що при цьому мають бути виявлені і скореговані психофізіологічні, психологічні, соціокультурні тощо чинники, що заважають молодим авіаторам опанувати професією або можуть бути перешкодою і навіть загрозою БП у майбутньому.

Вважаємо, що більш значущими з показників, характеристик, ознак хибної поведінки молодих операторів «переднього краю» можуть бути так звані небезпечні стратегії поведінки оперативного мислення та прийняття рішень (ПР) [1 – 6 та ін.] та недисциплінованість [7 – 9 та ін.], що може бути її наслідком. На жаль, зазначені властивості досліджуються саме в ракурсі авіаційної діяльності невеликою кількістю вчених та фахівців, переважним чином, представників наукової школи одного з співавторів. Хоча, з одного боку, експлікація учасниками АП чи СІ небезпечної чи недисциплінованої поведінки може бути ґрунтовним поясненням негативного впливу ЛЧ на БП. З іншого боку, на думку авторитетних експертів, широке розповсюдження Керівництва ADM, в якому уперше була запропонована методологія діагностики і корекції небезпечних стратегій ПР [1], має привести до зниження АП і СІ за ЛЧ на 5-20% [10].

Зауважимо, що, хоча проблема недисциплінованості молодих курсантів-пілотів порушувалася ІКАО майже 50 років тому (1975) [7], сучасні нормативні документи цієї поважної міжнародної організації стосуються недисциплінованої поведінки лише користувачів повітряного транспорту, насамперед, - пасажирів, і не розглядають поведінку членів льотних екіпажів, диспетчерського персоналу,



інших фахівців, «заточених» на забезпечення і виконання польотів на високому рівні БП.

За вимогою ІСАО управління БП (УБП) має відбуватися «по показниках» [11]. Тому актуальною є проблема кваліметрії недисциплінованості в процесах початкової ПП, здійснювана, враховуючи особливості відомих шкал вимірювання [8, 12 – 14 та ін.], а також її діагностика та корекція.

Отже, ознаками недисциплінованості мають бути її характерні риси, що відповідає її виміру у *шкалі найменувань (номінальній)*. Призначення цієї шкали – ідентифікація елементів – характерних рис недисциплінованості (ХРН), які мають такий сенс [7 – 9 та ін.]:

ХРН₁ – пропускає заняття без поважних причин;

ХРН₂ – вважає, що все неправильно: критикує систему навчання, обладнання і взагалі все, що бачить;

ХРН₃ – вороже налаштований, причепливий, завжди готовий до сварки і провокує її;

ХРН₄ – надмірно наполегливий, прагне будь-якою ціною, навіть за рахунок товаришів, виконати доручене, найвищою мірою егоїстичний;

ХРН₅ – марнотрат часу, балакун, працює з небажанням та повільно

ХРН₆ – боязливий (боїться своїх товаришів і викладачів), працює один, зазвичай не просить допомоги та не прагне до успіху;

ХРН₇ – незацікавлений, завжди неуважний і швидкий;

ХРН₈ – зарозумілий всезнайко, бачить мало користі від занять, сам собі викладач, «вважає, що його система підготовки краще», просторікуватий і балакучий;

ХРН₉ – повільний, завжди бракує часу закінчити роботу, хоча завжди виконує те, що необхідно;

ХРН₁₀ – не визнає колективних дій;

ХРН₁₁ – ухиляється від роботи на заняттях;

ХРН₁₂ – не виконує вказівок і робить все по-своєму;

ХРН₁₃ – не робить спроб допомогти товаришам або викладачам;

ХРН₁₄ – безвідповідальний, безтурботний, недбалий у використанні устаткування, неохайний, нетактовний;

ХРН₁₅ – розсіяний, такий, у якого думки завжди сконцентровані не на предметі вивчення, плутає реальне з вимислом;

ХРН₁₆ – імпульсивний, прагне якнайшвидше одержати результат, не задумуючись про його правильність;

ХРН₁₇ – несамостійний, йде за думкою товаришів;

ХРН₁₈ – систематично запізнюється на заняттях;

ХРН₁₉ – не виконує домашні завдання;

ХРН₂₀ – не відвідує загальноінститутські, загальнофакультетські заходи;

ХРН₂₁ – несвоєчасно повертає літературу до бібліотеки.



Наведений перелік ХРН майже удвічі ширший за пропонований ІСАО, тому дозволяє більш повно і всебічно досліджувати феномен недисциплінованості.

Природно, що усі перелічені ХРН є неоднозначними за негативним впливом на навчальний процес та ПП в цілому, тому для виміру цієї неоднозначності застосовується шкала *упорядкування (ранжирування)* для встановлення систем переваг (СП) учасників цього процесу на їх множині. При цьому під СП розумітимемо упорядкований ряд ХРН: від найбільш значущої за негативним впливом на навчальний процес – до найменш значущої. Природно також, що необхідно розглядати індивідуальні СП (ІСП) і їх агрегований показник – групові СП (ГСП), що потребує застосування відповідних стратегій ПР.

Оглядаючи наведений перелік ХРН, привернемо також увагу, що $ХРН_{20}$ і $ХРН_{21}$ виконують функції індикаторів щирості відповідей, оскільки аніяким чином не можуть завадити педагогові, інструктору здійснювати ПП підлеглих. Тому високе рангове місце зазначених ХРН в ІСП випробуваного вже свідчитиме про його неухважність, недбалість, легкоповажність тощо при виконанні завдання, а отже буде додатковим чинником експлікації недисциплінованості.

З широкого спектру методів визначення ІСП, тобто здійснення вимірів у шкалі впорядкування, більш прийнятним для цілей досліджень є попарне порівняння і встановлення нормативної частини сумарної інтенсивності (небезпеки для навчального процесу (ПП в цілому) небажаності) ХРН:

$$c_{ij} = \begin{matrix} M \\ \prod \\ \prod \\ \prod \\ \prod \\ \prod \\ 0 \end{matrix} \begin{matrix} + z & - \text{факт переваги } ХРН_i \succ ХРН_j \\ 1 & - \text{факт рівноцінності } ХРН_i \approx ХРН_j \\ I - z & - \text{факт переваги } ХРН_j \succ ХРН_i \end{matrix}, \quad (1)$$

де z - кількісний показник ступеня пріоритету за негативним впливом на навчальний процес однієї ХРН перед іншою;

c_{ij} - кількісний показник ступеня небезпеки (небажаності, - з позицій негативного впливу на процес ПП) $ХРН_i$ в порівнянні з рисою помилкою $ХРН_j$.

Зазвичай вираз (1) в залежності від орієнтації на ступінь розрізненості порівнюваних об'єктів (у нашому випадку - ХРН) перетворюється на такі:

$$c_{ij} = \begin{matrix} M \\ \prod \\ \prod \\ \prod \\ \prod \\ \prod \\ 0 \end{matrix} \begin{matrix} 2 & - \text{факт переваги } ХРН_i \succ ХРН_j \\ 1 & - \text{факт рівноцінності } ХРН_i \approx ХРН_j \\ 0 & - \text{факт переваги } ХРН_j \succ ХРН_i \end{matrix}, \quad (2)$$

$$c_{ij} = \begin{matrix} M \\ \prod \\ \prod \\ \prod \\ \prod \\ \prod \\ 0 \end{matrix} \begin{matrix} 1 & - \text{факт переваги } ХРН_i \succ ХРН_j \\ 0,5 & - \text{факт рівноцінності } ХРН_i \approx ХРН_j \\ 0 & - \text{факт переваги } ХРН_j \succ ХРН_i \end{matrix}. \quad (3)$$

Однак, нормативний розподіл небажаності порівнюваних ХРН виду (2), (3) дещо загублює отримувані результати, що може призвести до прояву так званої похибки I-II роду. Тобто, коли більш небажана ХРН отримує менший ранг у ІСП чи ГСП (похибка I роду), чи навпаки, менш важлива ХРН посяде на більш



високе рангове місце (похибка II роду). Для усунення цього недоліку пропонується застосовувати диференційний метод порівняння небажаності ХРН, який вже пройшов добру апробацію на дослідженнях небезпек характерних помилок, яких можуть припуститися диспетчери УПР в професійній діяльності [15, 16]:

$$c_{ij} = \begin{cases} 100, & \text{якщо } XPH_i \text{ небезпечніша } XPH_j : XPH_i \succ XPH_j \\ 49, & \text{якщо навпаки : } XPH_i \prec XPH_j \\ 50 & \text{якщо } XPH_i \text{ і } XPH_j \text{ однаково небезпечні : } XPH_i \approx XPH_j \end{cases} \quad (4)$$

Ранжирування ХРН не дає відповіді на питання: на скільки, чи у скільки разів одна з них є більш небажаною стосовно іншою. Для вирішення цього питання необхідно перейти у вимірюванні небажаності ХРН до, відповідно, шкали інтервалів чи шкали відношень. Однак, уявляється більш доцільним застосування відразу ж унікальної за кваліметрічними особливостями абсолютної шкали, виміри якої дають відповіді на порушені питання. Що може бути здійснено, наприклад, шляхом надання досліджуванім ХРН зважених коефіцієнтів значущості (рис. 1).

<i>Спектр характерних рис недисциплінованості</i>						
XPH_1		XPH_2	...	XPH_i	...	XPH_n
Я		Я	...	Я		Я
<i>Показники значущості рис недисциплінованості</i>						
C_1	+	C_2	+	...	+	$C_n = C$
Я		Я		...		Я
$\frac{C_{XPH_1}}{C}$	+	$\frac{C_{XPH_2}}{C}$	+	...	+	$\frac{C_{XPH_n}}{C} = 1$
Я		Я		...		Я
<i>Коефіцієнти значущості рис недисциплінованості</i>						
a_{XPH_1}	+	a_{XPH_2}	+	...	+	$a_{XPH_n} = 1$

Рисунок 1. Типова схема виміру значущості характерних рис недисциплінованості у абсолютній шкалі за допомогою коефіцієнтів значущості

І якщо було отримано статистично-вірогідну і узгоджену ГСП, то перейти від неї до визначення коефіцієнтів значущості нескладно за допомогою методу розстановки пріоритетів, відомого також, як «задача про лідера» [8, 17, 18 та ін.]. Привернемо увагу, що застосування коефіцієнтів значущості є ще й одним з методів встановлення СП [8, 13, 19, 20 та ін.].

Наведене відкриває перспективи для застосування показників, запропонованих ІСАО для оцінювання безпеки і частоти небажаних подій [11]. А саме, виходячи з цих якісних лінгвістичних показників і методології нечіткої математики [8, 13, 21 та ін.], нескладно уявити рівні небезпек (РН) і рівні частоти (РЧ) ХРН у вигляді таких терм-множин (множин термінів) відповідних шкал:



$$T^M (PH_{XPH}) = \text{дуже високий} + \text{високий} + \text{середній} + \text{низький} + \text{дуже низький}; \quad (5)$$

$$T^M (PЧ_{XPH}) = \text{дуже високий} + \text{високий} + \text{середній} + \text{низький} + \text{дуже низький}, \quad (6)$$

де « + » – позначка логічного об'єднання окремих якісних лінгвістичних оцінок у відповідну шкалу.

Оскільки ранжирування оцінок шкал «PH_{XPH}» і «PЧ_{XPH}» з точки зору негативного впливу на процес ПП очевидне:

$$\begin{aligned} \overset{M}{\underset{O}{\Pi}} \tilde{R}_{ДВ}^{PH} > \tilde{R}_B^{PH} > \tilde{R}_C^{PH} > \tilde{R}_H^{PH} > \tilde{R}_{ДН}^{PH} \\ \overset{H}{\underset{O}{\Pi}} \tilde{R}_{ДВ}^{PЧ} > \tilde{R}_B^{PЧ} > \tilde{R}_C^{PЧ} > \tilde{R}_H^{PЧ} > \tilde{R}_{ДН}^{PЧ}, \end{aligned} \quad (7)$$

то це відкриває перспективи для застосування того самого методу розстановки пріоритетів, щоби надати кожній лінгвістичній оцінці шкал «PH_{XPH}» і «PЧ_{XPH}», що визначаються виразами (5) і (6), відповідних коефіцієнтів значущості, які будуть однорідними і зваженими:

$$\begin{aligned} \overset{M}{\underset{O}{\Pi}} a_{\tilde{R}_{ДВ}^{PH}} + a_{\tilde{R}_B^{PH}} + a_{\tilde{R}_C^{PH}} + a_{\tilde{R}_H^{PH}} + a_{\tilde{R}_{ДН}^{PH}} &= 1 \\ \overset{H}{\underset{O}{\Pi}} a_{\tilde{R}_{ДВ}^{PЧ}} + a_{\tilde{R}_B^{PЧ}} + a_{\tilde{R}_C^{PЧ}} + a_{\tilde{R}_H^{PЧ}} + a_{\tilde{R}_{ДН}^{PЧ}} &= 1, \\ \overset{\Pi}{O} a_{\tilde{R}_i^{PЧ}} = a_{\tilde{R}_i^{PH}}; \quad 0 \leq a_{\tilde{R}_i^{PЧ}} = a_{\tilde{R}_i^{PH}} \leq 1 \end{aligned} \quad (8)$$

Обґрунтувавши підходи до агрегації частинних показників недисциплінованості окремого j -курсанта, нескладно побудувати розподіл отриманих результатів для їх представницької групи і здійснити остаточну діагностику ступеня його недисциплінованості (рис. 2).

Привертаємо увагу, що автори спеціально відмовилися від уявлення розподілу інтегрального показника недисциплінованості за нормальним законом і подали його у вигляді спадної експоненти чи спадної гіперболи, виходячи виключно з позицій попередження негативного впливу ЛЧ на БП, внаслідок чого курсанти з низьким чи дуже низьким рівнем недисциплінованості мають складати безумовну меншість. Наведеного можна досягнути шляхом здійснення ефективним заходів корекції недисциплінованості, що ілюструє модель на рис. 3 і вимагає спеціальних досліджень.

Особливість моделі на рис. 3 полягає у необхідності забезпечення сумісності професіонально-важливих властивостей педагогічного / інструкторського і курсантського персоналу, тобто порушується питання щодо організації його особистісно-орієнтованої ПП.

Висновки. Виходячи з отриманих і поданих у цій публікації результатів наукових досліджень, слід констатувати дійсне накреслення актуальних проблем і завдань ПП курсантів-авіаційних операторів «переднього» краю, пов'язаних з експлікацією ними недисциплінованості. До окремих результатів слід віднести такі.

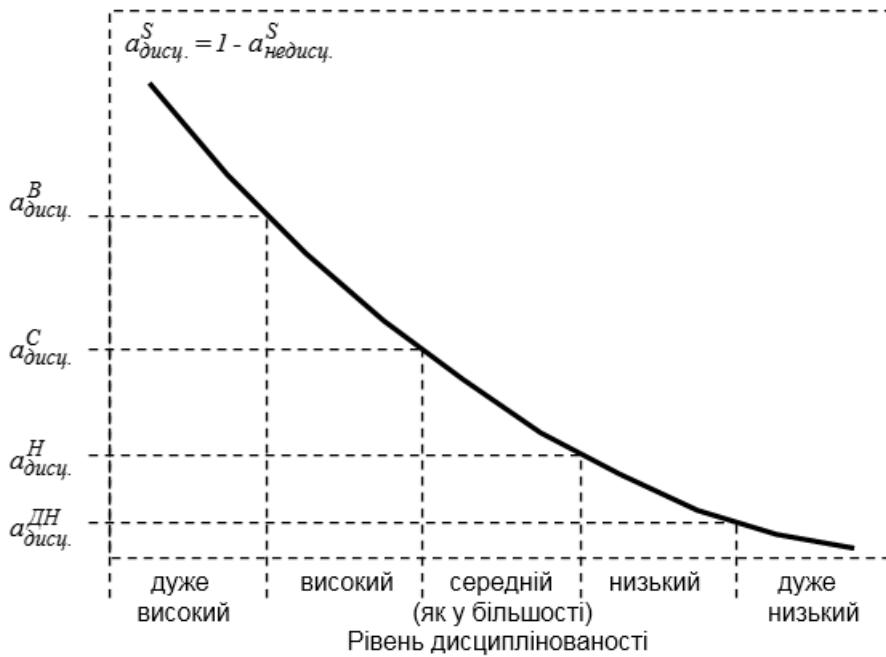


Рисунок 2. Уявний розподіл інтегральних показників ступеня недисциплінованості курсантів-авіаційних операторів «переднього краю»

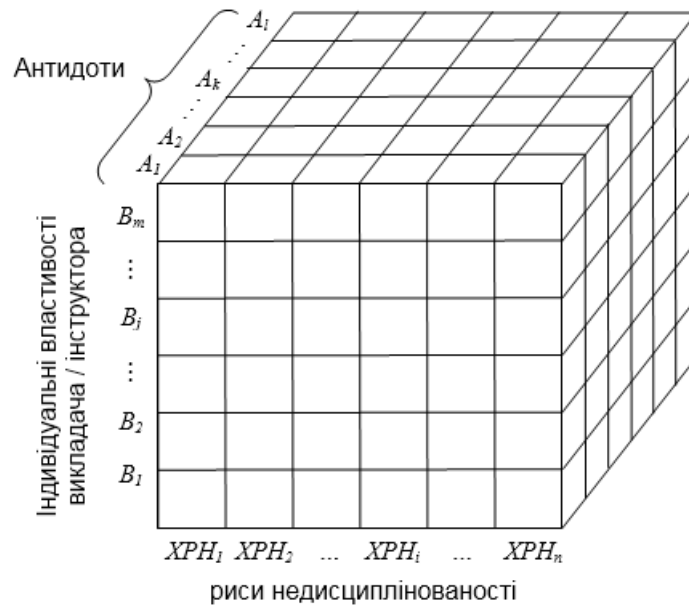


Рисунок 3. Тривимірний модель корекції недисциплінованості курсантів в процесі початкової професійної підготовки

Сформульований перелік з $n = 21$ ХРН і обґрунтовано застосування шкал вимірювання, адекватних завданням їх кваліметрії.

Запропонований диференційний спосіб визначення порівняльної значущості ХРН, що з одного боку, дозволяє зробити більш детальний вимір їх небажаності, а з іншого боку, має сприяти запобіганню похибок I-II роду у встановленні їх істинної значущості.

Дефазифікація рангових оцінок ХРН, а також лінгвістичних оцінок введених шкал їх РН і РН, тобто переведення їх у показники абсолютної шкали



вимірювання, сприяє застосуванню широкого спектру математичних методів їх обробки, так і отриманню інтегральної оцінки небажаності помилок.

З позицій запобігання негативного впливу ЛЧ на БП, зокрема ПП курсантів введений уявний закон розподілу інтегральних показників рівнів недисциплінованості у виді спадної експоненти / гіперболи, що припускає наявність абсолютної меншості курсантів з високим і дуже високим рівнем недисциплінованості.

Запропоновано тривимірну модель корекції ХРН в курсантів, особливість якої полягає у необхідності встановлення сумісності педагогічного / інструкторського персоналу і курсантів, які проходять ПП.

Подальші дослідження з кваліметрії, діагностики і корекції недисциплінованості курсантів слід проводити у напрямках, розглянутих цій публікації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Jensen R. S. Aeronautical Decision Making for Instrumental Pilot / R. S. Jensen, J. Andrien, R. Lawton. DOT / FAA / PM-86/42.
2. Рева, О. М. Формування професійних розумових здібностей – основа прийняття рішень курсантами в процесі льотної діяльності / А. О. Комаров, О. М. Рева, В. Е. Стрижак // Науч. тр. академии. – Кировоград: ГЛАУ, 1997. – Вып. II. – С. 132 – 141.
3. Вайлетт, Патрик Р. Невезучие летчики – судьба или свойства характера / Патрик Р. Вайлетт // Авиатранспортное обозрение, 2007. – № 76. – С. 71 – 74.
4. Рева, О. М. Пілоти-«аварійники»: аналітичний огляд причин авіаційних подій за людським фактором / О. М. Рева, В. П. Булава // Залізничний транспорт України: наук.-практ. ж., 2008. – № 6. – С. 37 – 41.
5. Розробка методичного забезпечення процедур діагностики і корекції небезпечних стратегій прийняття рішень авіадиспетчерами / О. М. Рева, Б. М. Мирзоев, Ш. Ш. Насіров, П. Ш. Мухтаров // Науковий вісник Херсонської державної морської академії : наук. ж. – Херсон: Вид-во ХМДА, 2013. – № 1. – С. 90 – 96.
6. Рева, О. М. Сучасні проблеми людського чинника в авіації : навч. посіб. [Текст] / О. М. Рева, С. П. Борсук, В. А. Шульгін; под ред. О. М. Реви. – К. : УкрІНТЕІ, 2018. – 124 с.
7. Руководство по обучению. Doc. ICAO 7192-AN/857. - Ч. А-1. Общие положения. - Монреаль, Канада, 1975. – 58 с.
8. Камишин, В. В. Методи системного аналізу у кваліметрії навчально-виховного процесу : монографія / В. В. Камишин, О. М. Рева. – К.: ТОВ «Інформаційні системи», 2012. – 270 с.
9. Камишин, В. В. Людський чинник: проблеми недисциплінованості курсантів-авіаційних операторів «переднього краю» / В. В. Камишин, О. М. Рева, Л. А. Сагановська // Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINNT - 2020): збірка матеріалів XII Міжнародної науково-



практичної конференції, - Херсон, 27-29 травня 2020 року, – Херсон: ХДМА, 2020. – С. 26 – 31.

10. Brecher, B. R. A Question of Judgment / B. R. Brecher // Flying, 1981, vol. 108. - № 5. – P. 48 – 52.

11. Safety Management Manual (SMM) [Electronic resource] : Doc ICAO 9859 – AN/460. - Fourth Edition (advance unedited). - Montreal, Canada, 2018.

12. Пфанцагль И. Теория измерений / И. Пфанцагль. – М. : Мир, 1976. – 248 с.

13. Надежность и эффективность в технике: Справочник в 10 т. - Т. 3. Эффективность технических систем / под общ. ред. В. Ф. Уткина, Ю. В. Крючкова. – М. : Машиностроение, 1988. – 328 с.

14. Анфилатов, В. С. Системный анализ в управлении : учеб. пособ. / В. С. Анфилатов, А. А. Емельянов, А. А. Кукушкин. – М. : Финансы и статистика, 2002. – 368 с.

15. Апробація диференціального підходу до визначення небезпек помилок авіадиспетчерів у професійній діяльності / О. М. Рева, В. В. Камишин, А. М. Невиніцин, В. А. Шульгін // Сучасні енергетичні установки на транспорті, технології та обладнання для їх обслуговування СЕУТТОО-2019: матеріали 10-ї Міжнародної науково-практичної конференції, - Херсон, 12-13 вересня 2019 р., - Херсон : ХДМА, 2019. – С. 304 – 307.

16. Диференціальний метод встановлення порівняльної небезпеки помилок авіадиспетчерів / О. М. Рева, В. В. Камишин, А. М. Невиніцин, В. А. Шульгін // Наука, технології, інновації: наук. ж. – К.: УкрІНТЕІ, 2019. - № 3 (11). – С. 70 – 82.

17. Берж, К. Теория графов и ее применение / К. Берж ; пер. с франц. – М. : ИЛ, 1962. – 320 с.

18. Блумберг, В. А. Какое решение лучше? Метод расстановки приоритетов / В. А. Блумберг, В. Ф. Глущенко. – Л. : Лениздат, 1982. – 160 с.

19. Насиров, Ш. Ш. Пілотне визначення систем переваг авіадиспетчерів Азербайджану на характерних помилках в процесі управління повітряним рухом / Ш. Ш. Насиров // Авіаційно-космічна техніка і технологія: наук.-техн. ж. – Х.: Харківський національний аерокосмічний університет «ХАІ», 2010. - № 7. – С. 124 – 134.

20. Насиров, Ш. Ш. Визначення коефіцієнтів важливості характерних помилок авіадиспетчерів в процесі управління повітряним рухом / Ш. Ш. Насиров // Авіаційно-космічна техніка і технологія: наук.-техн. ж. – Х.: Харківський національний аерокосмічний університет «ХАІ», 2011. – № 9. – С. 195 – 201.

21. Кофман, А. Введение в теорию нечетких множеств / А. Кофман ; под ред. С. И. Травкина; пер. с франц. В. Б. Кузьмина. – М.: Радио и связь, 1982. – 432 с.



**СЕКЦІЯ 2. БЕЗПЕКА І ОХОРОНА ПРАЦІ У РІЗНИХ
СФЕРАХ ДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ (ТРАНСПОРТ,
НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ, ПРОМИСЛОВІСТЬ,
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ІН.). ФАКТОРИ
РИЗИКУ БЕЗПЕКИ ЛЮДИНИ**



ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МИРОВЫХ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК

Абрамов А.Д.

Херсонский национальный технический университет
(г. Херсон, Украина)

Абрамов Г.С.

Херсонская государственная морская академия
(г. Херсон, Украина)

Вступление. Гигантские контейнеровозы, достигающие в длину почти четырех сотен метров, – одни из самых больших машин, созданных человечеством. Однако подобные размеры не результат гигантомании, а следствие экономической необходимости. Возить грузы большими партиями дешевле. Суда класса VLCS (сверхбольшие контейнеровозы) могут достигать почти четырехсотметровой длины, соревнуясь в габаритах с супертанкерами. Но если экономическая целесообразность использования огромных кораблей для перевозки нефти в наши дни находится под вопросом, то контейнеровозы только растут в размерах, возможно, приближаясь к пределу, накладываемому техническими ограничениями.

Мировое хозяйство начала 1950-х годов можно назвать экономикой местного производства. Разумеется, ископаемое или продовольственное сырье, если его не было под рукой, приходилось возить издалека — танкерами или сухогрузами. Но вот производить товары вдали от потребителя казалось совершенно бессмысленным из-за дороговизны перевозки морем. Мир изменился в тот момент, когда 26 апреля 1956 года из порта Ньюарк, штат Нью-Джерси, в море вышел переделанный из танкера контейнеровоз Ideal X, который направился в Хьюстон, штат Техас, неся на борту 58 стандартных стальных контейнеров.

В наши дни в стандартных контейнерах по морю перевозится до 90% ненавалочных (то есть заключенных в тару) грузов. Использование контейнеров дало очевидное преимущество. Одним из самых затратных как по времени, так и по деньгам процессов в морских перевозках была перевалка разнотипных грузов в разнотипных тарах сухопутного транспорта на судно и обратно. С появлением контейнеровозов перевалка невероятно упростилась, ускорилась и удешевилась благодаря стандартизации операций. Кран с типовыми захватами быстро переставляет огромные стальные ящики, и процесс погрузки-разгрузки вместо долгих дней стал занимать часы. Более того, стало возможным использовать то, что в логистике называется интермодальностью: стандартный контейнер легко переставлялся на рельсовую или автомобильную платформу, чтобы продолжить путь от порта вглубь континента. С появлением современных технологий маркировки упростился и ускорился процесс адресации и отслеживания груза:



на всех этапах его движения специальные устройства считывают помещенный на борт контейнера уникальный код.

Контейнеры делают из особого типа легированной стали – кортеновой.

Это не вполне нержавеющая сталь, но возникающий на поверхности тонкий окисный слой (отсюда красно-бурый цвет) надежно предохраняет глубинные слои металла от воздействия морской стихии.

Самый большой на сегодня контейнеровоз – OOCL Hong Kong, первый из контейнеровозов, преодолевших отметку в 21000 TEU, и это значение может стать максимальным, так как такое судно приблизится к пределу пропускной способности Суэцкого канала.

Кроме гигантских контейнеровозов существуют и не столь крупные суда, например Panamax (вписывающиеся в габариты старых шлюзов Панамского канала) и New Panamax (соответствующие габаритам новых шлюзов того же Панамского канала), а также контейнеровозы еще меньшей размерности. Чтобы избежать потерь контейнеров, контейнеровозы оборудованы различными приспособлениями и устройствами для фиксации. В трюмах это направляющие, на палубе — стойки, удерживающие контейнеры и облегчающие погрузку. Кроме того, применяются замковые устройства для соединения контейнеров между собой. Широко распространен, например, механизм типа twistlock (поворотный замок). Это устройство вставляется в технологические отверстия стоящих друг над другом контейнеров, и с помощью поворотной головки два груза жестко крепятся друг к другу.

Важной задачей повышения эффективности и безопасности мировых контейнерных перевозок является оптимизация процессов погрузки и выгрузки контейнеров, в ходе которых возникает актуальная проблема размещения контейнеров на судне таким образом, чтобы они не поддавались дополнительной перестановке (шифтингу) на судне, с судна на берег, и обратно. Весомый вклад в решение задачи оптимизации грузового плана контейнеровоза вносят и ученые ХДМА [1]. Логистика контейнерных перевозок сегодня настолько отлажена, что время прибытия конкретного контейнера, скажем, с корабля на автомобильную платформу можно рассчитать с точностью плюс-минус 15 минут.

Какими бы прочными и какими бы большими не создавались контейнеровозы, морская стихия и для них представляет серьезную опасность. Так, 14 февраля 2014 года 346-метровый гигант Svendborg Maersk попал в сильный шторм среди беспокойного Бискайского залива. В результате было утрачено 520 контейнеров. Компания — владелица судна утверждала, что большинство из них были пустыми, однако, через несколько дней к британскому берегу прибило контейнер с 11 млн сигарет, как раз с этого контейнеровоза. Общее количество утрачиваемых ежегодно контейнеров точно неизвестно, оценки колеблются в диапазоне от 2000 до 10000 в год. Реальной отчетностью ни судовые, ни страховые компании делиться не спешат, дабы она не напугала клиентов, тем более что речь идет о ничтожной доле тех почти 200 млн контейнеров, которые ежегодно перевозятся по морю.



Тем не менее, необходимо считаться с тем, что сорокафутовый контейнер – это вполне весомый материальный объект, содержащий до 30 т полезного груза. Считается, что, попав в воду, он от постоянного переворачивания начнет постепенно разрушаться, его заполнит вода, и он утонет. Остается только вопрос, когда именно это случится, — ведь для некоторых грузов (например, электронные компоненты, обложенные блоками пенопласта), вряд ли стоит ожидать быстрого затопления. Поэтому, утрата контейнеров имеет еще одну опасную сторону: это угроза судоходству. Плавающие контейнеры особенно опасны для малоразмерных судов типа парусных яхт, и подобные столкновения уже не раз отмечались.

Однако, как и куда более опасные по экологическим последствиям катастрофы супертанкеров, инциденты с утратой контейнеров вряд ли приведут к серьезному изменению существующего положения вещей. С тех пор как мастерская мира обосновалась на Востоке, а основные потребители ее продукции обитают на другом конце Земли, морские контейнерные перевозки не будут иметь серьезных альтернатив и будут расти и развиваться. По той же причине корейские верфи, прочно удерживающие пальму первенства в постройке супертанкеров и гигантских контейнеровозов не останутся без заказов.

На основе статистики Clarksons Research [2, 3] по грузообороту отдельных видов морских грузов морских за период с 2000-2018 годы, в работе [4] проведен регрессионно-корреляционный анализ и получены уравнения линейных регрессий, описывающие тренды роста грузооборота различных типов грузов.

Соответствующее уравнение линейной регрессии, описывающее тренд роста контейнерных перевозок имеет вид:

$$Y_4 = (3177,1 \pm 119,0) + (351,59 \pm 11,29)X; R^2 = 0,983; \sigma = 269,6;$$

где R^2 – коэффициент детерминации, σ – среднее квадратичное отклонение (стандартная ошибка), X – текущий год - 2000.

В формуле регрессии наряду с коэффициентами приведены и их стандартные ошибки (среднеквадратичные отклонения).

График соответствующей регрессии приведен на рисунке 1.

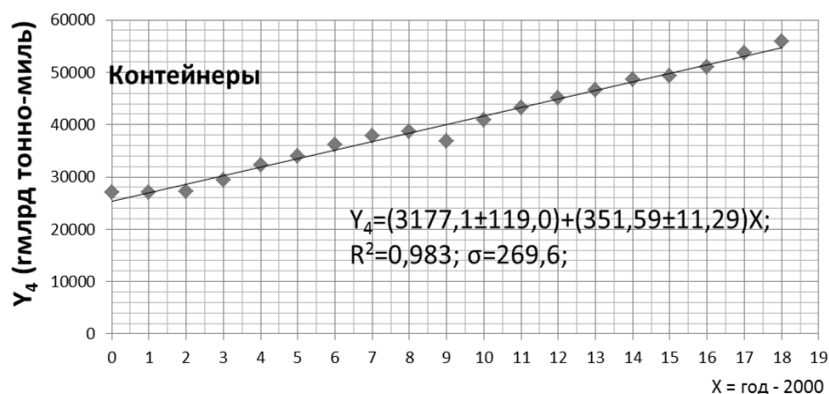


Рисунок 1. Линейная регрессия роста грузооборота контейнеров, 2000–2018 годы (млрд тонно-миль)



Видно, что модель обладает высокой степенью адекватности, так как коэффициент детерминации близок к единице, и имеет сравнительно низкую стандартную ошибку регрессии, обеспечивающую приемлемую точность оценки.

Полученная регрессионная модель позволяет оценить ежегодный прирост грузооборота контейнерных перевозок (пессимистический и оптимистический прогноз): от 340,3 до 362,9 млрд тонно-миль.

На основе полученной модели можно также осуществлять прогнозирование (экстраполяцию) объемов морских грузоперевозок на ближайшие годы. Соответствующая оценка показывает, что на период с 2019 по 2023 год объем контейнерных перевозок должны возрасти на 3,2%-3,6%.

Приведенный выше регрессионный анализ основан на статистике 2000-2018 годов, поэтому прогноз на последующие годы выполнен в предположении сохранения условий реализации предшествующего тренда. События текущего года (пандемия COVID-19 и обусловленный ею разворачивающийся мировой экономический кризис) являются форс-мажорными обстоятельствами, что, естественно, нарушит прогноз.

Вместе с тем, присутствующие на приведенном графике видимые последствия экономического кризиса 2008-2009 года показывают, что после излома кривой дальнейший рост морских контейнерных перевозок возобновился практически с той же скоростью (то есть тангенс угла наклона прямой сохранился).

Таким образом, после неизбежного спада морских контейнерных перевозок в 2020-2021 годах, можно надеяться на возобновление роста их объемов с прежней скоростью. Прогноз в этом случае может быть возобновлен, когда будут известны фактические объемы спада в 2020-2021 годах. На основе моделирования показано [4], что в 2019–2023 годах совокупные среднегодовые темпы роста мировых морских перевозок составят от 1,5% до 3,8%. Ожидается увеличение объема перевозок во всех секторах при наиболее быстрых темпах роста перевозок контейнерных и сухих массовых грузов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бень А. П. Оптимізація вантажного плану контейнеровозу / А. П. Бень, А. И. Фёдоров // Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINTT-2020)». Херсон, 2020.– С. 141 – 145.

2. UNCTAD Review of Maritime Transport 2018 (UNCTAD/RMT/2018) [Электронный ресурс] / United Nations Publications – Электронные данные. – [New York: United Nations Publications, 2018] – Режим доступа: https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/rmt2018_ru.pdf (дата обращения – 28.10.2019) – Название с экрана.



3. Clarksons Research [Электронный ресурс] / [Веб-сайт] – Электронные данные. – [London: Clarksons Research Services Ltd., 2017] – Режим доступа: <https://www.crsi.com/> (дата обращения – 28.10.2019) – Название с экрана.

4. Абрамов А. Д.. Математические модели трендов роста морских грузоперевозок / А. Д. Абрамов, Г. С. Абрамов // Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINTT-2020)» / Херсон, 2020. – С.131 – 135.



ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ ВПЛИВУ ЛЮДСЬКОГО ФАКТОРУ В СУДНОВОДІННІ

Бень А.П., Радін В.К., Паламарчук І.В.
Херсонська державна морська академія
(м. Херсон, Україна)

Вступ. З точки зору науки «судноводіння – єдиний процес, що забезпечує плавання і керування судном для досягнення поставленої мети». Навігаційна безпека плавання – невід’ємна умова вирішення будь-якої задачі мореплавання, а узагальнене завдання судноводіння стисло формулюється як «провести судно з одного пункту в інший за заздалегідь наміченим, безпечним і найвигіднішим шляхом».

Розвиток сучасного судноплавства нерозривно пов’язаний із широким впровадженням нових інформаційних технологій, стрімким розвитком засобів супутникової навігації та електронних картографічних інформаційних та навігаційних систем. Існуючі на сьогодні розробки в галузі створення інформаційних систем управління рухом суден спрямовані в основному на розрахунок безпечних зон руху і не враховують впливу так званого «людського чинника» на процеси сприйняття інформації судноводієм, формування та прийняття ним рішень, а також загальної взаємодії всіх учасників навігаційної ситуації.

Як показує аналіз причин виникнення аварій на морі, головним їх фактором є і залишається, так званий, людський фактор (близько 85 % усіх випадків) – більшість навігаційних аварій відбувається не через відмову технічних засобів навігації або управління рухом судна, а через неготовність судноводіїв своєчасно приймати рішення відповідно до ситуації, яка складається [1-9]. Зниження впливу людського фактору на рівень аварійності на морі є актуальною науково-практичною проблемою сьогодення, яку необхідно вирішувати в розрізі оптимізації взаємодії судноводія з сучасними технічними засобами.

Іншою важливою проблемою сьогодення є підвищення точності дотримання суднами планованої траєкторії руху, що обумовлено потребою подальшої розробки ресурсів континентального шельфу в зв’язку із необхідністю забезпечення енергетичної безпеки України.

Основна частина. З метою подолання негативного впливу людського фактору і запобігання можливих наслідків людських помилок в судноводінні, необхідно проводити послідовну політику вдосконалення механізмів і пристроїв, створювати в рамках інтелектуальних систем управління системи штучного інтелекту, орієнтовані на вирішення завдань контролю, оцінки ситуації, прийняття рішень і управління конкретними судновими об’єктами, системами і пристроями.

Значною перешкодою на шляху розв’язання цього питання стає відсутність чітких формальних моделей, які характеризують процеси взаємодії



суден при розходженні. Особливо це стосується ситуації невизначеності, зокрема, коли наявні два та більше суден, а умови огляду водної акваторії є недостатніми. Ключовим фактором правильного рішення такої задачі є забезпечення ефективності рішень управління судном, що приймаються судноводієм. Так, чим складнішими становляться функції судноводія, тим гостріше встає необхідність у координації роботи технічних засобів та інтерпретації інформації, яка надається з їх боку судноводію.

Таким чином на поточний момент існує нагальна проблема в створенні сучасних систем підтримки прийняття рішень (СППР) з управління рухом суден, що враховують особливості процесу взаємодії людини з технічними засобами судноводіння та забезпечують прийняття нею рішень в складних навігаційних умовах та критичних ситуаціях, які здатні ефективно вирішувати значну частку питань, пов'язаних із процесами формування рішень з управління судном та зниженням впливу «людського фактору». Створення та застосування СППР в судноводінні набуває особливого значення в умовах інтенсивного впровадження сучасних інформаційних технологій та концепції e-navigation [7].

В сучасних умовах впровадження СППР судноводія здатна істотно знизити аварійність сучасного судноплавства, перш за все шляхом підвищення ефективності функціонування ергатичної системи «людина – технічні засоби судноводіння» та всебічного запровадження досягнень сучасних інформаційних технологій в процесі управління судном.

Під час проведення наукового дослідження було визначено, що в умовах запровадження сучасних інформаційних технологій в судноводінні та концепції e-Navigation, найважливішою складовою підвищення безпеки сучасного судноплавства є створення СППР судноводія. При створенні таких систем необхідно враховувати, що найвагомим чинником аварійності сучасного судноплавства, є так званий «людський фактор», тому особлива увага має бути приділена саме процесам взаємодії судноводія з технічними засобами судноводіння та шляхам зниження впливу «людського елементу» на процеси управління судном.

Розроблені теоретичні і методологічні засади побудови СППР судноводія, що враховують особливості руху суден, процесу взаємодії людини з технічними засобами судноводіння та вимоги МППЗС-72.

Висновки. Визначено, що при створенні СППР судноводія особлива увага повинна бути приділена процесам накопичення та обробки вихідних даних про навігаційні ситуації, а також методам прогнозування можливих сценаріїв та їх розвиток з урахуванням основних положень МППЗС-72 та принципів кооперативної взаємодії суден в умовах реального часу.

Показано, що перспективним напрямом розвитку СППР судноводія є застосування методів штучного інтелекту, зокрема сценарно-прецедентного підходу до побудови бази знань СППР для моделювання процесів взаємодії учасників навігаційних ситуацій.



ЛІТЕРАТУРА

1. Maltsev A. S. The ways of Enhancing the safety of Navigation // Thesis of the third General assembly of IAMU //Rock port, USA.2002. Sec. II A – p.16-26.
2. Maltsev A. S. Five steps to assure navigational safety //Collection of IAMU scientific works. –Dalian.: Maritime University Press. -2006. – P. 170-179.
3. E-navigation: a global resource /E.Mitropoulos //Seaways. The Nautical Institute. - March 2007. – P. 7 – 9.
4. Мальцев А. С. Психологические аспекты маневра последнего момента / Мальцев А. С., Стариков И. М. // Судовождение: сб. научн. трудов / ОНМА. Одесса: «Латстар», 2002. Вып. 4. – С. 64 – 81.
5. Шерстюк В. Г. Гибридная интеллектуальная СППР для управления судном / В. Г. Шерстюк, А. П. Бень // Искусственный интеллект. – 2008. – №3. – С. 490 – 499.
6. Мальцев А.С. Обобщенный критерий оценки согласованности системы управления и характеристик человека-оператора/А.С.Мальцев, В.В.Голиков., Д.С.Жуков// Вісник Одеського національного морського університету: зб.наук.праць. – Вип.24. – Одеса: ОНМУ, 2008. – С.65 – 75.
7. IMO SUB-COMMITTEE ON SAFETY OF NAVIGATION. 58th session. Agenda item 6. NAV 58/WP.6/Rev.1. - E-NAVIGATION. – July 2012.
8. Lisowski J. Mathematical modeling of a safe ship optimal control process/ Lisowski J. // Polish Journal of Environmental Studies. – 2005. - Vol. 14. – P. 68 – 75.
9. Lopez Eloy, Velasc Francisco J., Moyano Emiliano, Rueda Teresa M. - Full-scale manoeuvring trials simulation, Journal of Maritime Research, Vol. I. No. 3, - 2004, - pp. 37 – 50.



ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД ШЛЯХОМ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ВЗАМОДІЇ ПАЛІ-ОБОЛОНОК І ҐРУНТУ ОСНОВИ СПОРУДИ

Бугаєва С.В., Головань А.І., Гончарук І.П.
Одеський національний морський університет
(м. Одеса, Україна)

Вступ. Основним напрямком розвитку портів є інтенсифікація використання виробничих потужностей шляхом модернізації гідротехнічних споруд, будівництва нових глибоководних причалів і суднопідіймальних споруд, заміни перевантажувального обладнання на більш продуктивне і вдосконалення технології та організації робіт для підвищення експлуатаційної надійності і безпеки.

Актуальність досліджень. Об'єкти судноремонтних споруд характеризуються великими обсягами капітальних вкладень, складністю неоднорідних ґрунтових умов і навантажень. Тому саме тут нові конструктивні рішення і розрахункові методи, уточнюючі характер роботи споруди, можуть дати істотний економічний ефект.

Обстеження та експериментальні випробування споруд для підйому і спуску суден по похилих площинах, спрямовані на виявлення фактичного стану новозбудованих і експлуатованих об'єктів, визначення дійсної роботи гідротехнічних споруд і їх підстав для коригування та розробки обґрунтованих методів розрахунку.

Через відсутність нормативних документів з розрахунку трубчастих палі з відкритим нижнім кінцем, єдиною можливістю встановлення несучої здатності є спосіб статичних випробувань в польових умовах, що вимагають дорогого технологічного устаткування, оснащення і тривалого часу їх проведення. З огляду на актуальність завдання, розроблена та випробувана установка для дослідження взаємодії палі-оболонки з ґрунтом. Одним з основних елементів установки є модель палі - оболонки спеціальної конструкції.

Проведені попередні методологічні випробування запропонованої моделі палі-оболонки показали її високу точність, багатофункціональність і продуктивність.

Результати досліджень. Результатами цих робіт є: отримання залежностей опору ґрунту зануренню і висмикуванню палі-оболонки від величини осьового навантаження, визначення закономірностей розподілу бокового тиску ґрунту по зовнішній і внутрішній поверхнях палі-оболонки і опору ґрунту по її підшві, а так само встановлення висоти підйому ґрунту в порожнині оболонки при зануренні.

Висновок. Таким чином, запропонована модель палі-оболонки дозволяє досліджувати взаємодію ґрунту та зовнішній поверхні палі-оболонки, опір ґрунту з оболонкою окремо: визначати нормальний тиск ґрунту на зовнішню



поверхню палі-оболонки, опір ґрунту по зовнішній і внутрішній бічних поверхнях оболонки і нижньому її торцю, а також встановлювати розподіл по висоті оболонки і нижньому її торцю, а також встановлювати розподіл по висоті оболонки нормального тиску ґрунту і його опір по зовнішній поверхні палі-оболонки. Таким чином, створена експериментальна установка, спеціальна модель трубчастої палі, застосовувана вимірювальна апаратура і розроблена методика випробувань дозволяють отримувати необхідну інформацію про несучу здатність палі-оболонки з відкритим нижнім кінцем. В цьому і полягає відмінність розробленої експериментальної моделі палі-оболонки від існуючих, які дозволяють вимірювати сумарну силу опору ґрунтової основи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Матвеев С.А. Геосинтетические материалы в строительстве/Юрга: дороги в будущее №2 – 2005 – С. 24 – 25.
2. Рубан О.А. Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния «подработанных» армогрунтовых сооружений / Залізничний транспорт України – К: №1, 2000 – С. 6 – 7.
3. Друкований М.Ф., Матвеев С.В., Корчевський Б.Б. Армовані основи будівель споруд/ УНІВЕРСУМ – Вінниця: 2006 – С. 253.
4. Дикий Н.А., Халатов А.А. Основы научных исследований. – Киев. «Вища школа», 1985. – С. 137 – 192.
5. ДБН В. 2.1-10-2009 Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування. Київ. – 2009, С. 107.
6. ДСТУ Б В.2.1-1-95 Основания и фундаменты зданий и сооружений. Грунты. Метод полевых испытаний сваями (ГОСТ 5686-94). Київ. – 1995, С. 60.



ОСНОВА БЕЗОПАСНОСТИ ЛЮБОГО ГОСУДАРСТВА: ОБЩЕГОСУДАРСТВЕННАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА (ОГАС)

Васюхин М.И.

Институт кибернетики имени В.М. Глушкова НАН Украины
(г. Киев, Украина)

Постановка проблемы. В любой стране на повестке дня стоит вопрос: что надо сделать чтобы повысить конкурентноспособность экономики, наполнить госбюджет, обеспечить безопасность страны, поднять эффективность функционирования всех сфер жизнедеятельности государства и в результате улучшить качество жизни граждан? На сегодня в Украине высветились новые проблемы и прежде всего проблема кадров, способных решать оперативные и стратегические задачи управления государством. В статье показано как эту проблему предлагал решить академик Виктор Михайлович Глушков за десять лет до развала СССР созданием Общегосударственной Автоматизированной Системы – ОГАС.

Ключевые слова: проблема кадров, оперативные и стратегические задачи управления государством, системный подход Глушкова, Общегосударственная автоматизированная система.

Анализ предыдущих исследований. Как поднять эффективность функционирования всех сфер жизнедеятельности государства? Первым, кто поднял этот вопрос, был академик В.М. Глушков, выдающийся математик и инженер-практик, основатель и бессменный директор Института кибернетики, решивший одну из проблем Гильберта, а это уже международное признание, был гениален и в других сферах знания. Он еще в конце 70-х прошлого века, для спасения экономики СССР предложил создать Общегосударственную автоматизированную систему управления страной, сокращенно ОГАС, а для республиканского уровня, республиканские автоматизированные системы управления – РАС. Например, для Украины - РАС Украины, РАС Беларуси и т.д.

В качестве основного «механизма» их воплощения он предложил так называемый системный подход. Свой системный подход к построению сложных систем простым языком изложен им, например, в книгах «Введение в АСУ», «Макроэкономические модели» и в др.

Но при этом надо придерживаться определенных принципов: самый главный из них – принцип 1-го руководителя. Это означает, что если 1-й руководитель «не понимает», а если и понимает, но не выполняет то, что ему положено, за что он отвечает, система управления работать не будет. К таким руководителям относятся не только высшие органы власти, а и региональные и те, которые находятся в их подчинении.

А вот с этим принципом нам не везет. Не повезло и раньше, когда в конце 70-х на закрытом заседании Политбюро ЦК КПСС В.М. Глушков представил доклад с предложением создания ОГАС. Его предложения зарубил сам М.А.



Суслов, главный идеолог страны. Поддержали Виктора Михайловича только двое – Председатель Совета министров А.Н. Косыгин и Министр обороны маршал Д.Ф. Устинов. Они-то понимали, что означает ОГАС. Голос второго до сих пор показывает уровень вооружения и военной техники нашего северного соседа.

В своем докладе Виктор Михайлович не говорил, что Советский Союз развалится, он говорил, что развалится экономика страны. Что последовало за этим: объединение Германии, развал Союза и братоубийственные войны на территории бывшего СССР. Отмечу, что благодаря гению академиков С.А. Лебедева и В.М. Глушкова, которые были основателями ВЦ Академии наук Украины, затем преобразованным В.М. Глушковым в Институт кибернетики АН Украины, значительный процент научных тем которого были НИР и ОКР общегосударственного уровня и именно оборонного характера. А отсюда - вес и уважение к любой стране.

Нет нужды говорить о вкладе Института кибернетики в отечественную и мировую науку буквально во всех отраслях знания. Достаточно вспомнить о создании Государственной Сети Вычислительных Центров - ГСВЦ, прообраза нынешней ИНТЕРНЕТ. Кстати, в Америке вышла книжка подтверждающая наш приоритет (Benjamin Peters. How Not to Network a Nation. The Uneasy History of the Soviet Internet. 2016).

Вопрос чем, кем и как восстановить статус-кво нашего государства, на основе поддержки отечественной науки, чтобы народу жилось лучше.

Принцип 1-го руководителя остается, а вместе с ним, вытекающий из него Главный вопрос: какое государство мы все же строим?

С чего начинать? Есть удачные примеры стран, выбравшихся из тисков прошлого: Польша, Прибалтика, Румыния и других, они-то и применили Глушковский системный подход. Приведу пример применения такого подхода в создании микроэлектронной базы компьютерных систем с моим участием. Руководил разработками по ее созданию Виталий Павлович Деркач, я был его аспирантом, а он - первый аспирант В.М. Глушкова в Институте кибернетики, впоследствии, докт. техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки Украины, лауреат Государственной премии СССР, отец элионной технологии. В результате этих разработок был создан ряд Сверхбольших Интегральных Схем - СБИС, что открыло эпоху построения СуперЭВМ

В.М. Глушков умел не только хорошо подбирать кадры, но и удачно подключать их к решению оперативных и стратегических задач, называя это стратегией близких и дальних целей.

Значимость результатов работ была на таком уровне, что многие из этих кадров потом стали ведущими учеными мирового уровня: Н.М. Амосов, И.Д. Войтович, В.П. Деркач, Г.М. Добров, С.С. Забара, А.Г. Ивахненко, Ю.В. Капитонова, В.М. Кунцевич, Б.Н. Малиновский, Т.П. Марьянович, В.С. Михалевич, И.Н. Молчанов, А.В. Палагин, И.В. Сергиенко, В.И. Скурихин, - это



крупные ученые, сделавшие многое в науке, их знает мировая общественность, они подготовили много научных кадров.

Еще будучи аспирантом, я был обязан посещать научные доклады, семинары, заседания Ученого Совета, на которых регулярно выступал В.М. Глушков. Он часто ездил за рубеж и, возвращаясь, всегда делал доклад о поездке, делился мыслями и сразу же давал поручения, нацеливая на перспективные работы. Такие доклады делались, как правило, в Большом конференц-зале Института кибернетики, который был всегда переполнен.

В его выступлениях все больше озвучивалась идея – поднять эффективность функционирования всех сфер жизнедеятельности государства путем создания Общегосударственной автоматизированной системы управления народным хозяйством страны – ОГАС. Этой проблемой он был увлечен полностью. Бывая у нас в отделе, сидя за пультами машин Киев-67, Киев-70, отмечая успехи, журуя за неудачи, он проговаривал инструментарий реализации своей грандиозной идеи: системный (или комплексный, как стали позже его называть) подход создания ОГАС и его основные этапы: постановка целей, параметризация, создание модели управления, как по горизонтали так и по вертикали, испытание этой модели и опять корректировка целей, если результат неудовлетворителен.

При этом он подчеркивал, что никакая автоматизированная система работать не будет, если первый руководитель системы некомпетентен, отсюда им был введен «принцип первого руководителя».

После защиты мною кандидатской диссертации В.П. Деркач и В.М. Глушков предложили мне заняться проблемами создания отраслевых звеньев ОГАС. Для начала рекомендовали охватить 9 министерств и ведомств. Это означало: изучить то, что есть по созданию отраслевых АСУ. Познакомиться с первыми руководителями – министрами, замами, начальниками главков, с начальниками ВЦ, парком ЭВМ, аппаратурой связи, как внутри, так и вне, характером поставленных задач, эффективностью расстановки кадров, а также функционирования всех звеньев системы в целом.

Большое внимание уделялось созданию инварианта модели отраслевой системы – основному пути к унификации многих ее звеньев и удешевлению в целом разработки ОГАС. Куратором лаборатории стал один из замов директора – академик А.А. Стогний. Анатолий Александрович – мой земляк, из Донбасса, тогда был еще член-корреспондентом АН Украины и России. Умный, энергичный, иногда резкий, но и удивительно обходителен с женщинами. Являясь одним из «ездовых лошадей» Виктора Михайловича, как он сам говорил о себе, он применял этот термин и к нам, членам лаборатории, – представителям В.М. Глушкова в создании ОГАС и РАС Украины.

Лаборатория представителей состояла из 7 кандидатов наук:

Быченко Николай Николаевич (ныне д.т.н., профессор Национального военного университета имени Ивана Черняховского);

Васюхин Михаил Иванович (отвечал за проблемы построения отраслевых АСУ, ныне д.т.н., профессор, вед.науч.сотр. отд. 205 Института кибернетики);



Кушнер Эдуард (зав. отрасл. отделом, к.т.н. в 80-х годах отвечал за РАС Украины);

Терещенко Валерий Савельевич (отвечал за проблемы построения территориальных АСУ, к.т.н., ныне ст. н. сотр. Института программных систем НАН Украины);

Старовойтенко Олег Аркадьевич (к.э.н., отвечал за весь экономический блок проблем);

Темперанский Владимир Иосифович (к.т.н., отвечал за проблемы взаимодействия отраслевых и территориальных звеньев. Уехал в США в начале 90-х);

Фурсин Геннадий Иванович (вместе с Э.Кушнером отвечал за проблемы построения АСУ специального назначения, к.т.н., ныне руководит IT - фирмой).

Можно с уверенностью сказать, что к концу 70-х годов лаборатория выполнила свою роль, для которой создавалась. Тематика была нами освоена, работа набрала обороты и начала давать результаты. Вот главные из них:

Сложились мощные научно-производственные коллективы, которые занимались решением конкретных вопросов в рамках ОГАС, например, ГлавНИИВЦ Госплана СССР (Главный научно-исследовательский и информационно-вычислительный центр), директор которого Михаил Тимофеевич Матвеев стал главным конструктором РАС Украины.

В министерствах и ведомствах республик страны появились свои информационно-вычислительные центры, имеющие связь по вертикали и по горизонтали на базе ГСВЦ, со своими главными конструкторами, которые смогли взять на себя решение задач построения отраслевых и территориальных АСУ, в том числе и научно-организационных.

Сама тематика работ этих организаций конкретно стала более чёткой, с очерченными границами, стали приниматься действенные решения на разных уровнях руководства, время призывов и лозунгов осталось в прошлом.

Появилась реальная база для создания ОГАС.

Сохранилась преемственность поколений, см. фото



Рисунок 1. Встреча с летчиком-космонавтом А.А. Леоновым, В.П. Деркач (крайний справа) держит в руке СБИС – блок памяти межконтинентальной баллистической ракеты, в центре – нынешний директор Института кибернетики академик И.В. Сергиенко



Рисунок 2. Три поколения: В.М. Глушков на портрете (самого правдоподобного, который написал В.П. Деркач - его 1-й аспирант), В.П. Деркач (сидит), стоит аспирант В.П. Деркача – М.И. Васюхин

Выводы и перспективы. Создание ОГАС Украины пока еще возможно при выполнении перечисленных выше условий и флагманом в этом процессе должен быть Институт кибернетики имени В.М. Глушкова НАН Украины, хотя бы потому, что первый этап системного подхода постановка целей делают профессионалы – системные аналитики. Да и второй параметризация и особенно третий - построение модели управления государством должны делать специалисты, которые имеются в этом Институте.

К созданию такой Системы должны быть привлечены не только учреждения НАН Украины, но ученые и специалисты других Академий и ведомств. А поскольку главным вопросом Как быть дальше? является Национальная безопасность Украины, требуется широкое и активное сотрудничество с Европейской ассоциацией наук по безопасности EUROPEAN ASSOCIATION for SECURITY, ее Президент Лешек К. Корженевский (штаб - квартира г. Краков, Польша). Причем все судьбоносные решения проводить через призму Всеукраинской ассоциации Качества, ее Президент Петр Калита.

Напоследок замечу: много критики, и подчас справедливой, несетя в адрес команды ЗЕ, но очень мало конструктивных предложений стратегического характера. Эта критика прекратится тогда, когда Президент, правительство и парламент анонсируют создание Общегосударственной автоматизированной системы управления народным хозяйством Украины, только это может объединить страну, всех и каждого.



ЛИТЕРАТУРА

1. Палагин А.В. От учения о ноосфере к огас. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ogas.kiev.ua/library/ot-uchenyua-o-noosfere-k-ogas-804>.
2. Глушкова В. В., Жабін С. О. Від ОГАС до концепції електронного урядування. [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://ogas.kiev.ua/library/vid-ogas-do-kontseptsiyi-elektronного-uryaduvannya-837>.
3. В команді В. М. Глушкова 18 Ноября 2016 (Автор: Васюхин М.И.) [Електронний ресурс]. – Режим доступа: http://ogas.kiev.ua/sites/default/files/docs/2016/11/17/pdf/vasyuhin_m.i._v_komande_glushkova_v.m._0.pdf.



ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ЕКРАНІВ

Глива В.А.

Національний авіаційний університет
(м. Київ, Україна)

Левченко Л.О.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
(м. Київ, Україна)

Головною проблемою при впровадженні екранування окремого приміщення або будівлі в цілому є те, що разом з електромагнітним полем, яке потребує екранування частково або повністю екрануються поля інших джерел. Наприклад, екрануючи магнітне поле промислової частоти, обов'язково знижується рівень геомагнітного поля. Особливо це критично при облицюванні вертикальних поверхонь великих площ. В той же час існує міжнародний норматив [1], який забороняє знижувати у виробничих умовах природне геомагнітне поле більш ніж вдвічі (менше 25 мкТл). Для електромагнітного випромінювання мобільного зв'язку (ультрависокі частоти), гранично допустимий рівень -10 мкВт/см², але при зниженні сигналу нижче за $0,15$ мкВт/см² відбувається різке підвищення рівня випромінювання самого мобільного телефону та переривання зв'язку, необхідного для виконання службових обов'язків.

Таким чином, при застосуванні екранування електромагнітного поля будь-якого походження слід враховувати, що усі техногенні поля мають максимально допустимий рівень (а на частотах мобільного зв'язку є й нижня межа його безперебійного функціонування) [2]. Це ж стосується й випромінювань бездротових комп'ютерних мереж.

Для природного геомагнітного поля існує мінімально допустимий рівень [3]. Для узгодження екранування цих трьох полів було експериментально визначено коефіцієнти екранування кожного з них металополімерними композиційними матеріалами на основі латексу з різним вмістом залізородного концентрату (рис. 1) [4]. Для аналізу експериментальних досліджень була використана методика математичного планування експерименту. Це дозволяє побудувати математичну модель з однаковою точністю, що передбачає значення відгуку в точках рівновіддалених від центру плану і з найбільшою точністю в точках, розташованих у його околиці.

У результаті математична модель досліджуваного процесу описується поліномом вигляду:

$$y(x_1, \dots, x_k) = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i x_i + \sum_{\substack{i, j=1 \\ i \neq j}}^k b_{ij} x_i x_j + \sum_{\substack{i, j, u=1 \\ i \neq j \neq u}}^k b_{iju} x_i x_j x_u + \sum_{i=1}^k b_{ii} x_i^2 + \dots,$$



де b_0 – вільний член; b_i – лінійні ефекти; b_{ij} – ефекти парної взаємодії; b_{ii} – квадратичні ефекти; b_{iju} – ефекти потрійної взаємодії.

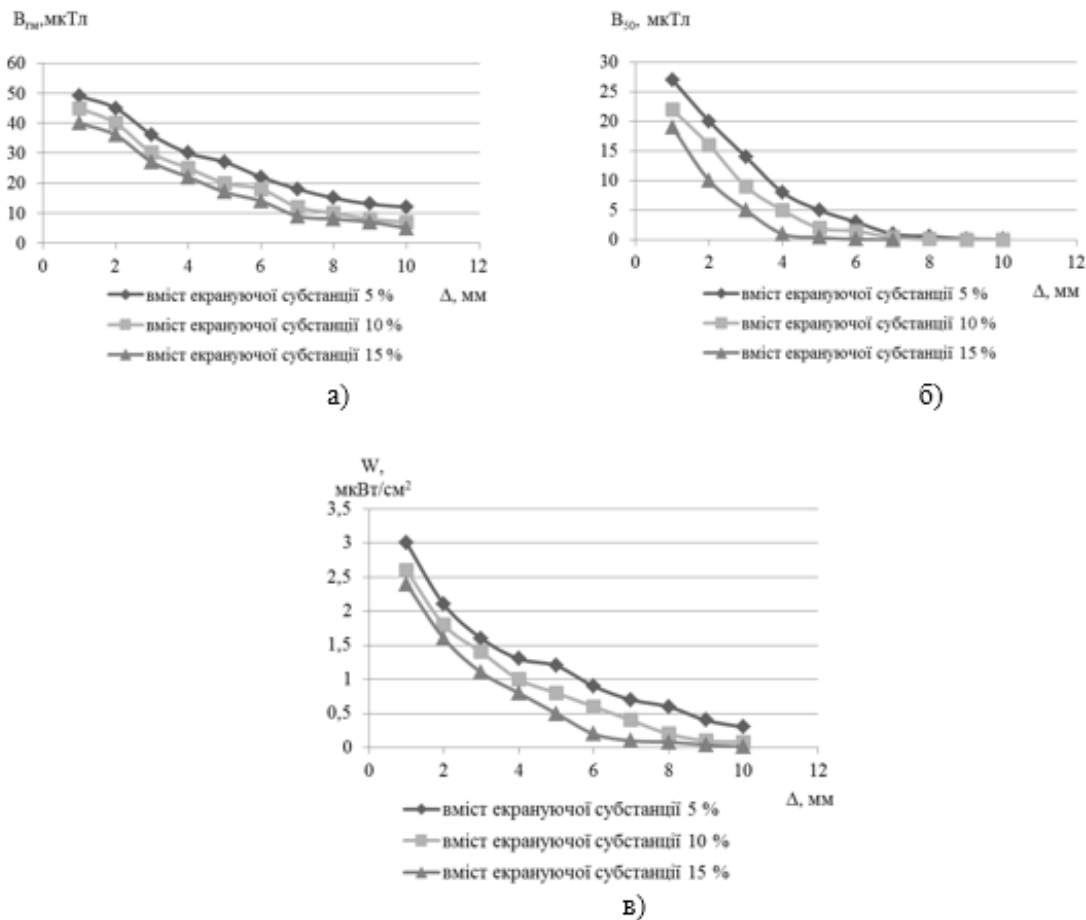


Рисунок 1. Залежності екрануючих властивостей металополімерних матеріалів від товщини та вмісту екрануючої субстанції: вміст залізорудного концентрату – 5, 10, 15 % (за вагою); Δ – товщина екрана, B_{gm} – геомагнітне поле (ГДР_{min} – 25мкТл), B_{50} – магнітне поле промислової частоти (ГДР – 0,5 мкТл), W – електромагнітне поле ультрависокої частоти 1,8 ГГц (ГДР_{max} – 10 мкВт/см², ГДР_{min} – 15 мкВт/см²).

Пошук залежності між факторами проводився з використанням методів і процедур регресійного аналізу. Оскільки при проведенні експерименту в кожному конкретному досліді була можливість задавати будь-яке значення для факторів, тому їх можна віднести до групи контрольованих і керованих.

Таким чином можна стверджувати, що величина індукції геомагнітного поля, індукції магнітного поля промислової частоти та рівня електромагнітного випромінювання є відгуком, тобто залежать від контрольованих керованих факторів при випадковій їх зміні.

Математична обробка отриманих даних дозволила встановити спільний вплив відсотку екрануючої субстанції (%) та товщини екрана (Δ) на величину індукції геомагнітного поля (B_{gm}), індукції магнітного поля промислової частоти (B_{50}) та рівень електромагнітного випромінювання (W). Для отримання поліноміальної моделі було застосовано двухфакторне ротатбельне



планування другого порядку. Фактори у кодованому і натуральному вигляді й інтервали їх варіювання наведено в табл. 1.

При проведенні факторного експерименту, згідно з вимогами ротатабельного планування, у матрицю включалися дві змінні на двох рівнях (чотири точки), чотири «зіркові точки» з координатами $\pm 1,41421$; 0 й дві точки в центрі експерименту (табл. 2). У матриці планування основний рівень позначений як «0», нижній рівень – знаком «-1», верхній рівень – знаком «+1».

Таблиця 1.

Рівні й інтервали варіацій факторів дослідження

Рівні варіювання факторів	Найменування фактора	
	Відсоток екрануючої субстанції, %	Товщина екрана, Δ , мм
Нижня «зіркова точка», $x_i = -1,41421$	3	1,0
Нижній рівень, $x_i = -1$	5	2
Основний рівень, $x_i = 0$	10	5
Верхній рівень, $x_i = +1$	15	8
Верхня «зіркова точка», $x_i = +1,41421$	17	9
Інтервал варіювання	5	3

Таблиця 2.

Матриця планування експерименту

	Δ	%	$B_{ГМ}$	B_{50}	W
1	5	10	20	2	0,8
2	8	5	15	0,6	0,6
3	5	10	20	2	0,8
4	1	10	45	22	2,6
5	5	3	35	7	1,5
6	2	5	45	20	2,1
7	2	15	36	10	1,6
8	9	10	8	0,08	0,1
9	8	15	8	0,001	0,08
10	5	17	16	0,35	0,45

Загальна кількість дослідів склала:

$$N = 2^k + 2k + k_0 = 10,$$

де $k = 2$ – кількість факторів; $2^k = 4$ – повний факторний експеримент (ядро плану); $2k = 4$ – «зіркові точки» (величина «зіркового плеча» $\alpha = 1,41421$); $k_0 = 2$ – дослід в центрі плану.

Математична обробка результатів експерименту проводилася з використанням персонального комп'ютера з відповідним програмним забезпеченням, що дозволило автоматизувати процедури розрахунку коефіцієнтів рівнянь регресії; величин усіх вихідних параметрів рівнянь регресії



при заданих значеннях факторів; значень факторів, при яких забезпечуються максимальні значення полінома апроксимації в області варіювання факторів; оцінки значущості коефіцієнтів рівнянь регресії за критерієм Стьюдента; перевірки адекватності отриманої моделі за критерієм Фішера (F); побудови поверхонь відгуку при попарній зміні одного фактора і фіксуванні іншого на заданому рівні.

В результаті статистичної обробки експериментальних даних отримано наступні рівняння регресії:

геомагнітне поле

$$B_{\text{ГМ}} = 75,3965 - 8,54135\Delta - 3,43841\% + 0,361111\Delta^2 + 0,0333333\Delta\% + 0,11\%^2$$

магнітне поле промислової частоти

$$B_{50} = 43,8197 - 9,18698\Delta - 2,01205\% + 0,510354\Delta^2 + 0,156683\Delta\% + 0,0364275\%^2$$

електромагнітне поле мобільного зв'язку 1,8 ГГц

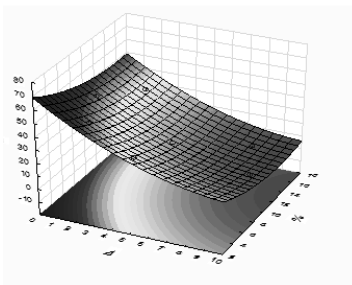
$$W = 3,77481 - 0,556619\Delta - 0,117456\% + 0,0286805\Delta^2 - 0,000333333\Delta\% + 0,002825\%^2$$

Коефіцієнтом детермінації R^2 , рівним 97,6887 % для $B_{\text{ГМ}}$, 99,7613% – B_{50} , 97,6137 % – w .

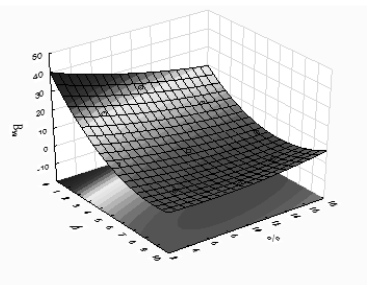
Отримана математична модель є адекватною. Коефіцієнти, що стоять перед факторами, говорять про значимість вхідних параметрів та вплив їх на досліджувані величини, а також їх парну взаємодію факторів на вихідну величину.

Аналіз отриманих рівнянь дозволив кількісно оцінити вплив варіювання кожного з досліджуваних факторів на величину індукції геомагнітного поля, індукції магнітного поля промислової частоти та рівня електромагнітного випромінювання. Перетин стандартизованих ефектів вертикальною лінією, яка представляє собою 95 % довірчу ймовірність, означає, що вплив факторів на функцію відгуку статично значимо.

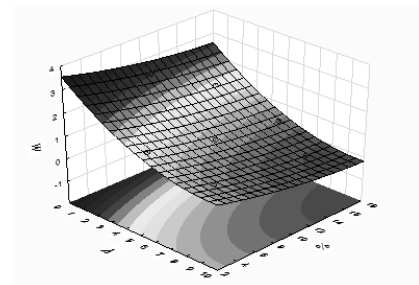
Вплив факторів за ступенем значущості розподілився в наступному порядку: найбільший ефект на величину індукції геомагнітного поля та рівня електромагнітного випромінювання має вплив лінійної залежності відсотку екрануючої субстанції (%) та товщини екрана (Δ), причому на величину індукції магнітного поля промислової частоти має вплив лінійна та квадратична залежності товщини екрана.



а)



б)



в)

Рисунок 2. Залежність індукції геомагнітного поля (а), індукції магнітного поля промислової



частоти (б) та рівня електромагнітного випромінювання (в) від відсотку екрануючої субстанції та товщини екрана

Поверхні відгуку, що відображають вплив найбільш значимих факторів та дозволяють оцінити не тільки вплив окремого фактора на вихідну величину, а й їх парну взаємодію, згідно отриманих моделей, представлено на рис. 2.

Як видно з отриманих даних такий підхід, за певних параметрів захисного матеріалу може надати можливість досягти або оптимізувати співвідношення коефіцієнтів екранування, або мінімізувати компроміс між бажаними та досяжними ефективностями екранування.

Отриманий результат може бути застосований при проектуванні захисних матеріалів. Відомості про необхідні ступені екранування магнітних та електромагнітних полів різного походження враховуються у проектних рішеннях щодо товщини, якісного та кількісного складу металеві та металовмісної компоненти у полімерній матриці композиційного матеріалу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Jianjun Li, Liang Li, Min Wan, Haiping Yu, Lin Liu. Innovation applications of electromagnetic forming and its fundamental problems. *Procedia Manufacturing*. 2018. Vol. 15. P. 14 – 30.
2. Тихенко О. М. Загальні засади проектування електромагнітних екранів та екрануючих конструкцій. Системи управління, навігації та зв'язку. 2020. Вип. 1(59). С. 116 – 119.
3. Sukach S., Riznik D., Zachepa N., Chenchevoy V. Normalization of the Magnetic Fields of Electrical Equipment in Case of Unauthorized Influence on Critical Information Infrastructure Facilities. *Soft Target Protection, NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security, Theoretical Basis and Practical Measures*. 2020. P. 337 – 349.
4. Glyva V., Lyashok J., Matvieieva I., Frolov V., Levchenko L., Tykhenko O., Panova O., Khodakovskyy O., Khalmuradov B., Nikolaiev K. Development and investigation of protective properties of the electromagnetic and soundproofing screen. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. Iss. 6/5 (96). P. 54 – 61.



ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПІДХОДІВ ДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСТАНЦІЙНОГО ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ СТАНОМ ВАНТАЖНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ І РЕЖИМАМИ ПРАЦІ ТА ВІДПОЧИНКУ ВОДІЇВ В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Грицук І.В., Худяков І.В.

Херсонська державна морська академія
(м. Херсон, Україна)

Український Є.О.

ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»
(м. Маріуполь, Україна)

Процеси експлуатації автотранспортних засобів (АТЗ) супроводжуються присутністю ряду негативних наслідків, серед яких є витрата значної кількості палива, забруднення навколишнього середовища тощо. Враховуючи вплив цих процесів на зовнішнє середовище і, як результат, необхідність прийняття рішень щодо розробки протидії цьому явищу, адекватних результатам, що досягаються, треба мати необхідний обсяг достовірної інформації про параметри експлуатації АТЗ.

Автомобільний транспорт (АМТ) продовжує залишатися з наземних видів транспорту найбільш ресурсномістким для населення і навколишнього середовища.

АМТ витрачає більше 60% палива нафтового походження, 70% трудових ресурсів, викликає більше 96% дорожньо-транспортних пригод. На автомобільний транспорт припадає, відповідно до оцінок, 40 – 50% забруднення навколишнього середовища, в тому числі у великих містах – 60-70%, а в мегаполісах – більше 85%. При цьому не менше 25% забруднень пояснюється технічним станом автомобілів і виробничою діяльністю АМТ [1].

Технічна експлуатація АТЗ (ТЕАТЗ), за визначенням є однією з найважливіших підсистем АМТ, яка, в свою чергу, являє підсистему транспорту в структурі досить складної транспортно-комунікаційної програми держави [2].

Транспортний комплекс – це велика і дуже складна система, що динамічно розвивається, а безпосередньо сам транспорт - добра якість для людства, яке задовольняє одну з найважливіших потреб людини - потреба в переміщенні, долаючи простір і час.

Необхідність кваліфікованого визначення сучасних складових адаптивної системи ремонту та технічного обслуговування (РТО) підтверджується досить складною структурній схемі інтелектуальної системи управління транспортом.

В цілому аналіз існування і створення адаптивних систем РТО дозволяє підкреслити актуальність питання інформаційного забезпечення прогресивних систем РТО.

Розвиток інформаційного забезпечення автотранспортних процесів є:

По-перше, умовою переходу автомобільного транспорту в автоматизованого управління технічним станом автомобілів на підставі гнучких



«адаптивних» автоматизованих систем з індивідуальною корекцією періодичності та обсягів технічного обслуговування.

По-друге, інформаційне забезпечення комп'ютеризованого оперативного планування РТО і прогнозування технічного стану та можливих несправностей автомобілів є ключем до автоматизації контролю технічного стану і працездатності автомобіля.

По-третє, створення локальних інформаційно-обчислювальних комплексів на базі комп'ютеризованих засобів технічної діагностики та новітніх засобів обчислювальної техніки становить основу сучасної автоматизації АМТ.

По-четверте, комп'ютеризація діагностичної техніки є ключовим напрямком сучасного розвитку діагностики автомобілів.

По-п'яте, успіх використання комп'ютерної техніки АМТ залежить в першу чергу від відповідного забезпечення процесів організації РТО [3, 4].

Суть системи станом полягає в тому, що технічні впливи проводиться для виробу тільки при досягненні ним контрольованих параметрів свого критичного рівня, тобто гранично допустимого стану. На практиці для реалізації такої системи РТО необхідно спеціальне контрольо-діагностичне обладнання і в цілому вміння фахівців інженерно-технічної служби, вимірювати безперервно або періодично контрольовані (діагностичні) параметри виробу. Сьогодні такі системи успішно впроваджуються в світі техніки багатьма зарубіжними фірмами. Вони отримали назву «Condition Monitoring», а в сучасній термінології ТЕАТЗ - це «індивідуальні» системи РТО або «адаптивні» [5].

Змішана система об'єднує в собі елементи двох систем (з напрацювання, станом). Це найбільш поширена в сучасному світі техніки система РТО, яка застосовується, наприклад, для машин: транспортних, сільськогосподарських, будівельних і багатьох інших. Система РТО в залежності від методу встановлення періодичності та обсягу технічних впливів, розділяється на середньостатистичну і діагностичну [2].

У деяких випадках великі транспортні компанії на підставі наявного досвіду і специфіки експлуатації застосовують «свої» тактики РТО при збереженні загальних принципів планово-попереджувального системи і використанні базових нормативів.

На АМТ найбільш поширеною є система середньостатистична. Це традиційна для автомобільного транспорту загального користування система РТО, яка в своїй основі спирається на математичний апарат теорії ймовірності та математичну статистику. Це теорії, які дозволяють дослідникам встановити для автомобілів середньостатистичні норми пробігу і трудомісткості їх технічних впливів, які потім, за допомогою застосування ряду коефіцієнтів коригування, використовуються інформаційними транспортними системами (ІТС) для конкретного автомобіля [5, 6].

Стратегія технічного обслуговування стає все більш важливою темою, в зв'язку з великим числом старіючих автоматизованих систем курування автотранспортних засобів (АСК АТЗ) в розвинених країнах, і нестачі кваліфікованого персоналу в інших частинах світу. Мета стратегії технічного



обслуговування – досягти максимальної доступності АСК АТЗ на виробництві, без шкоди для безпеки і зайвих витрат. Доступність в даному контексті визначається як стан, при якому виробнича система може використовуватися, і функціонує правильно. Коли доступність менше 100%, губляться доходи.

Аналіз останніх досліджень. До 2022 року ринок і запит на рішення для інтелектуального обслуговування збільшаться в сім разів, або ж до \$10 млрд в грошовому вираженні, це стане одним з головних трендів технологічної модернізації.

Сама технологія інтелектуального обслуговування ґрунтується на методології обслуговування на підставі надійності (RCM).

Обслуговування по надійності (RCM - reliability centered maintenance). Охоплює широку сферу діяльності і часто включає в себе інші стратегії. Обслуговуванням по надійності називають процес визначення мінімального безпечного рівня обслуговування.

RCM – комплексний інженерний підхід, метою якого є виконання всіх робіт, необхідних для забезпечення найвищого рівня надійності обладнання, при мінімальних витратах на обслуговування [3 – 5].

Концепція «обслуговування, націленого на надійність» або ОНН (Reliability Centered Maintenance, RCM), підказує деякі корисні ідеї і підштовхує до роздумів. ОНН передбачає використання або поліпшення програми технічного обслуговування шляхом використання систематичного структурованого підходу, що ґрунтується на оцінці наслідків відмов, функціональної важливості компонентів системи, а також історії їх відмов обслуговування. Своїм корінням концепція йде в початок 60-их рр. минулого століття. Основним побоюванням в той час були очікування, що існували тоді превентивні програми обслуговування, реалізовані за розкладом, будуть погано впливати на економічну ефективність більших і складних АТЗ. А ось досвід компаній з ООН показав, що витрати на обслуговування залишалися, в цілому, постійними, в той час, як доступність і надійність АТЗ покращилася. ООН зараз є стандартною практикою в більшості компаній світу [3 – 5].

Кожна з наступних стратегій обслуговування обладнання має свої відмінні риси і оптимальні сфери застосування.

Превентивне (планове) обслуговування (PM - preventive maintenance). При використанні цієї стратегії діяльність з обслуговування обладнання здійснюється ще до того, як станеться поломка, тому не виникає просте обладнання і кількість вироблених виробів не падає. Практично завжди дешевше виконувати планове обслуговування, ніж чекати поломки.

Аварійне обслуговування (RM - reactive maintenance). В цьому випадку обслуговування обладнання є реакцією на його вихід з ладу. Як не дивно, іноді ця стратегія може виявитися кращою, про що буде сказано далі.

Предиктивне обслуговування (PdM – predictive maintenance). Обслуговування здійснюється на основі специфічної інформації про обладнання,



яка є надійним попередником неминучого відмови. Як приклади можна привести вібраційний або термоаналізу.

Обслуговування за станом обладнання (CBM – condition based manitenance). Іноді цей термін використовують як синонім планового обслуговування. У чому різниця? При плановому обслуговуванні періодичність процедур обслуговування задається заздалегідь, в плановому режимі. У разі обслуговування за станом роботи виконуються в залежності від того, яку інформацію про обладнання дають системи збору даних в режимі реального часу - від сенсорів і інших датчиків, які вимірюють певні параметри. Система збору даних зіставляє їх з даними, характерними для аварійного стану, так щоб можна було виконати обслуговування до виходу обладнання з ладу.

Предиктивне обслуговування засноване на реальному стані і продуктивності компонента. Обслуговування здійснюється не за графіком, а в разі змін в характеристиках АТЗ. Прикладом інтелектуального підходу може служити використання сенсорів витрати пального або вібрації. Крім того, зараз набувають поширення аналітичні програмні продукти, що дозволяють прогнозувати відмови на основі інформації, що надходить від систем автоматизації в режимі реального часу.

Спрощення технічного обслуговування за допомогою даних інтелектуального обслуговування включає збір цільових даних для проведення аналізу, результати якого допоможуть прогнозувати можливі збої до їх виникнення. Компанії використовують цей формат обслуговування, щоб уникнути прогнозованих збоїв обладнання і ремонтувати обладнання з мінімальним часом простою.

Висновки. Ґрунтуючись на проведеному аналізі стратегій і тактик РТО АТЗ можна зробити висновок, що традиційна, сформована протягом багатьох років система РТО вже не відповідає в цілому сучасним вимогам ТЕАТЗ. Її основною перевагою є тільки можливість спрогнозувати витрати запасних частин і матеріалів при відсутності хороших діагностичних систем, а основним недоліком - прийняття рішення про проведення робіт РТО на підставі інформації про пробіг АТЗ. При реалізації такої системи РТО на практиці, вона не враховує реальний стан вузлів і агрегатів АТЗ, призводить до перевитрати запасних частин і, як наслідок, високі витрати на підтримання АТЗ в справному стані.

Поступовий розвиток нових видів перевезень призвело до збільшення часу перебування рухомого складу далеко від основної виробничої бази, і, внаслідок цього, підвищилася роль профілактичного РТО автомобілів. Тому створення гнучкої «адаптивної» системи контролю та управління технічним станом автомобіля з елементами індивідуального підходу до кожного конкретного автомобіля стало першочерговим завданням. Під адаптивною системою РТО автомобілів розуміється система, яка завдяки зміні своєї структури і значень параметрів, може пристосовуватися до зміни внутрішніх і зовнішніх умов. Рівень, якого досягла сучасна технічна діагностика (ТД), дозволяє при технічній експлуатації автомобілів реалізувати практично будь-які завдання з виявлення і прогнозування параметрів технічного стану автомобілів



[1-6]. РТО умовно називають індивідуальним технічним обслуговуванням (ІТО). Вид робіт в цьому випадку призначають на основі індивідуальних діагностичних даних.

ЛІТЕРАТУРА

1. Атрощенко В. А. Технические возможности повышения ресурса автономных электростанций энергетических систем. Монография. / В. А. Атрощенко, Ю. Д. Шевцов, П. В. Яцынин, Р. А. Дьяченко, М. Н. Педько. – Краснодар: Издательский Дом - Юг, 2010. – 192 с.

2. Махаммад М. Д. Разработка информационной системы для дизельных электростанций с возможностями прогноза их технического состояния: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.13.01 / Махаммад Мааз Джасем Махаммад; ГОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет». – Краснодар, 2009. – 23 с.

3. Волков В. П. Интеграция технической эксплуатации автомобилей в структуры и процессы интеллектуальных транспортных систем. Монография / Под редакцией Волкова В. П. / В. П. Волков, В. П. Матейчик, О. Я. Никонов, П. Б. Комов, И. В. Грицук, Ю. В. Волков, Е. А. Комов. – Донецк: Изд-во «Ноулидж», 2013. – 398с.

4. Говорущенко Н. Я. Системотехника автомобильного транспорта (расчетные методы исследований): монография / Н. Я. Говорущенко. – Харьков: ХНАДУ, 2011. – 292 с.

5. Волков В. П. Організація технічної експлуатації автомобілів в умовах формування інтелектуальних транспортних систем / В. П. Волков, В. П. Матейчик, П. Б. Комов, О. Б. Комов, І. В. Грицук // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Автомобіле- та тракторобудування, 2013. – №64 (970). – С. 36 – 42.

6. Волков В. П. Особливості інформаційної системи моніторингу і прогнозування параметрів технічного стану двигуна і транспортного засобу в умовах ITS / В. П. Волков, І. В. Грицук, Ю. В. Грицук, Ю. В. Волков // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Науковий журнал. – Луцьк: Луцький НТУ, 2016. - №2(6). – С. 43 – 49.



TRANSPORT SAFETY DIAGNOSTICS ASPECTS WITH RESPECT TO UNCERTAINTY ISSUES BASED UPON THE ENTROPY DOCTRINE

Dmytriv S.O.

National Aviation University
(Kiev, Ukraine)

In accordance with a specialist's work quality indexes (measures) calculation [1] the discussed there algorithm allows achieving a maximal method harmonization for the existed effective procedures of aircraft and aeroengines maintenance. It dealt with the multifactor aspects and input information uncertainty of operational situations. The aeronautical engineering technical operation as well as the aeronautical engineering reliability and safety issues has been considered in the framework of the united control (managing) system. In order to optimize the decision making in such complicated sphere of the human activity as safety level support it is obviously necessary to take into account the notorious human factor and its role [2-5].

In fact, the uncertainty measures approach, developed based upon the Claude Elwood Shannon's (April 30, 1916 – February 24, 2001) view entropy, American mathematician, electrical engineer, and cryptographer, known as "the father of information theory", makes it possible to take into consideration a variety of scientific problems. One of such theories, has been making an evolution following the Shannon's view entropy paradigm, has been successfully developed by Professor Goncharenko A. V. at the National Aviation University, Kyiv, Ukraine through the latest decades.

One of the distinguishing points of the mentioned theoretical stream is the ability to implement an idea of positive and negative uncertainty measures compared with the purely Shannon's view entropy [6]. Another thing is the opportunity to create some convenient complex measures for a diversity of the purpose functions demonstrated in the paper likewise [7].

For the time of being, the uncertainty approach is formed at the level of the hybrid-optional functions entropy conditional optimality doctrine [8]. This doctrine deals with the not only subjectively taken into account phenomena of individuals' preferences but also with the objectively existing features of the real world.

It looks very prospective to apply the given theory to the diagnostics problem of a-posterior probability determination via Bayesian formula since in the interpretation of the paper [9] the formula is obtained in the multi-optional hybrid functions entropy conditional optimization way. Once again, the well-known, therefore generally accepted, relations of the reliability and probability theories, therefore undoubtedly believed to be objectively true, can be derived based upon a supposition of the uncertainty conditional optimality.

As a whole, the likewise entropy approach happens to be fruitful in safety applications similar to those considered in the works [10-12]. That was shown in multiple in the dissertations [13, 14]. Actually, a few latest research papers, likewise [15-17], and not only, continue some important preceding problems of safety, diagnostics, transportation means effectiveness etc. initiated in the works,



like, for example, [18].

An illustration of such application is shown in Figure 1 [17, Figure 2].

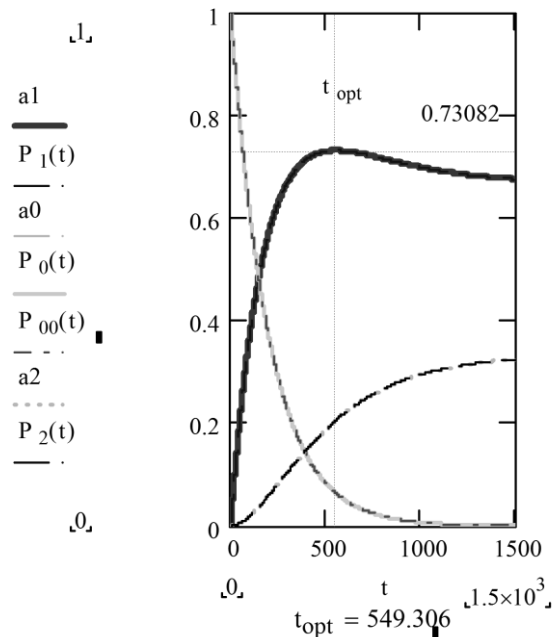


Figure 1. Optimal value of the transportation mean maintenance periodicity [17, Figure 2]

The results depicted in Figure 1 [17, Figure 2] are denoted as follows: a_1 , a_0 , a_2 – stand for the numerical solutions of the ordinary differential equations system of the first order (by Erlang), i.e. the probabilities of the correspondent states: “1” – damaged, “0” – initial upstate with the probability equaled 1, and “2” – failure state of the system, in the corresponding indexing of the possible transportation mean states; $P_1(t)$, $P_0(t)$, $P_{00}(t)$, $P_2(t)$ – analytical solutions for the mentioned probabilities, both $P_0(t)$ and $P_{00}(t)$ are obtained for the probability of the “0” state with the help of characteristic equation and Laplace transformations respectively.

LITERATURE

1. Інформаційні технології забезпечення конструктивно-експлуатаційних властивостей повітряних суден та авіаційних двигунів / С. О. Дмитрієв, О. В. Попов, Д. В. Попов, Г. О. Арістов // Вестник двигателестроения. – 2015. – № 2. – С. 67 – 72.
2. Людський фактор при технічному обслуговуванні авіаційної техніки / С. О. Дмитрієв, В. І. Бурлаков, Р. М. Салімов, Ю. П. Пучков, О. В. Попов. – Київ: НАУ, 2011. – 184 с.
3. Роль человеческого фактора при техническом обслуживании и инспекции воздушных судов. Человеческий фактор. Сборник материалов № 12 Циркуляр ИКАО 253 – AN/151, 1995 г. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.aviadocs.net/icaodocs/Cir/253>.



4. Губинский А. И. Информационно-управляющие человеко-машинные системы. Исследование, проектирование, испытание / А. И. Губинский. – М.: Машиностроение, 1993. – 528 с.
5. Шибанов Г.П. Количественная оценка деятельности человека в системах «человек-техника»/Г.П. Шибанов. –М.: Машиностроение,1983.–263с.
6. Goncharenko A. V. Measures for estimating transport vessels operators' subjective preferences uncertainty / A. V. Goncharenko // Scientific Bulletin of Kherson State Maritime Academy. – 2012. – № 1(6). – P. 59 – 69.
7. Goncharenko A. V. Subjective entropy maximum principle for preferences functions of alternatives given in the view of logical conditions / A.V. Goncharenko // Artificial Intelligence. – 2013. – № 4(62). – 1 G. – P. 4 – 9.
8. Goncharenko A. V. Generalization for the degrading state maximal probability in the framework of the hybrid-optional entropy conditional optimality doctrine / A.V. Goncharenko // Problems of friction and wear. – 2018. – № 1(78). –P. 89 – 92.
9. Goncharenko A.V. A diagnostics problem of a-posterior probability determination via Bayes' formula obtained in the multi-optional hybrid functions entropy conditional optimization way / A.V. Goncharenko // Problems of friction and wear. – 2017. – № 4(77). – P. 95 – 99.
10. Goncharenko A. V. A particular case of a variational problem of control in an active aviation system / A. V. Goncharenko // Transactions of the institute of aviation. – 2013. – № 228, P. 3 – 12.
11. Goncharenko A.V. Optimal controlling path determination with the help of hybrid optional functions distributions / A.V. Goncharenko // Radio Electronics, Computer Science, Control. – 2018. – № 1(44). – P. 149 –158.
12. Гончаренко А. В. Вплив суб'єктивних переваг на показники роботи суднової енергетичної установки / А. В. Гончаренко // Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. – 2008. – № 2(22). – С. 105 – 111.
13. Гончаренко А. В. Керування підтриманням безпеки польотів через технічні та витратні чинники: дис. канд. техн. наук: 05.13.03 / А.В. Гончаренко. – К., 2005. – 198 с.
14. Гончаренко А. В. Експлуатація активних транспортних систем в умовах багатоальтернативності та невизначеності: дис. докт. техн. наук: 05.22.20 / А. В. Гончаренко. – К., 2016. – 328 с.
15. Goncharenko A. V. An alternative method of the main psychophysics law derivation / A. V. Goncharenko // Clin. and Exp. Psychol. – 2017. – № 3(155). – P. 1 – 5.
16. Goncharenko A. V. Development of a theoretical approach to the conditional optimization of aircraft maintenance preference uncertainty / A. V. Goncharenko // Aviation. – 2018. – № 2(22). – P. 40 – 44.
17. Goncharenko A. V. A multi-optional hybrid functions entropy as a tool for transportation means repair optimal periodicity determination / A. V. Goncharenko // Aviation. – 2018. – № 2(22). – P. 60 – 66.



18. Goncharenko A. V. The optimal commercial speed of a transport vessel with respect to operators' subjective preferences / A. V. Goncharenko // Scientific Bulletin of Kherson State Marine Institute. – 2011. – № 2(5). – P. 12 – 20.

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ СВАРКИ В ЗАЩИТНОМ ГАЗЕ НА ДИСПЕРСНЫЙ СОСТАВ ЧАСТИЦ СВАРОЧНОГО АЭРОЗОЛЯ

Эннан А.А.-А., Опря М.В., Киро С.А., Вишняков В.И.

Физико-химический институт защиты окружающей среды и человека МОН и НАН Украины
(г. Одесса, Украина)

При электродуговой сварке металлов образуется твердая составляющая сварочного аэрозоля (ТССА) – токсичные аэродисперсные частицы, проникающую способность которых в органы дыхания (осаждаются преимущественно в альвеолах) связывают с дисперсным составом, а биологическую активность – с химическим составом и удельной поверхностью частиц [1]. В докладе представлены результаты исследований дисперсного состава ингаляционных частиц ($d \leq 1,5$ мкм), образующихся при электродуговой сварке углеродистых и низколегированных сталей в CO_2 .

Принципиальная схема экспериментальной установки приведена на рис.1. Для исследований использовали сварочную камеру 1. Наплавку производили на вращающийся (1об/мин) диск 3 из стали Ст3 (диаметр 220 мм, толщина 15 мм) при помощи сварочной горелки 2, установленной вертикально так, что ее сопло находилось на расстоянии 12 мм от диска. В качестве источника питания применяли инверторный цифровой выпрямитель Патон ПСИ-250Р. Наплавку металлов производили проволокой Св08Г2С диаметром 0,8 мм в диапазоне рекомендованных режимов: напряжение дуги $U=18 \div 26$ В; сварочный ток (постоянный при обратной полярности) $I=80 \div 125$ А; скорость подачи проволоки $v=4 \div 11$ см/с, CO_2 - 12 л/мин.

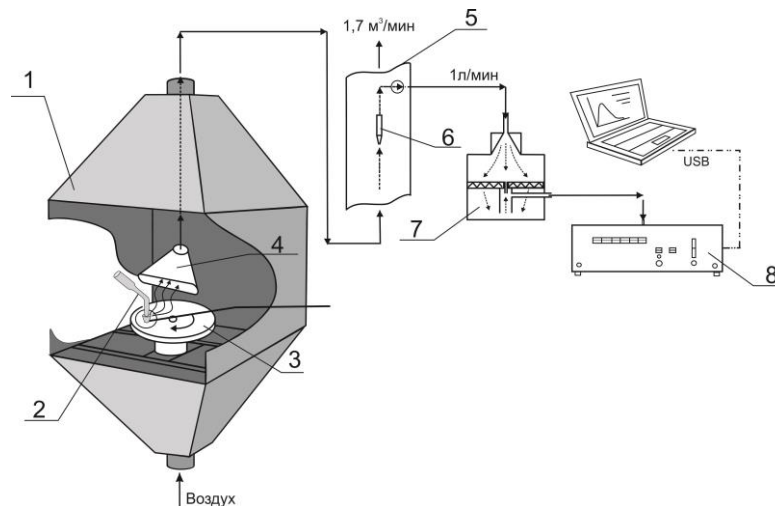


Рисунок 1. Принципиальная схема экспериментальной установки: 1 – сварочная камера; 2 – сварочная горелка; 3 – диск; 4 – щелевой воздухозаборник; 5 – вертикально расположенный участок газохода; 6 – наконечник пробоотборной трубки; 7 – разбавитель аэрозоля; 8 – лазерный аэрозольный спектрометр

Для локализации сварочного факела применяли щелевой воздухозаборник 4 ($1,7 \text{ м}^3/\text{мин}$), установленный на расстоянии 25 см над диском.

Изокинетический отбор проб аэрозоля (1 л/мин) производили на участке вертикально расположенного газохода 5; разбавление аэрозоля (типичные значения концентрации ТССА в отобранных пробах $\sim 2 \cdot 10^5 \text{ см}^{-3}$) – в разбавителе 7 (коэффициент разбавления 150) [2]. Дисперсный состав ТССА измеряли с помощью восьмиканального лазерного аэрозольного спектрометра ЛАС-П 8 (мкм): 0.15-0.2; 0.2-0.25; 0.25-0.3; 0.3-0.4; 0.4-0.5; 0.5-0.7; 0.7-1.0; 1.0-1.5; >1.5. При концентрации частиц $\leq 2 \cdot 10^3 \text{ см}^{-3}$ максимальная относительная погрешность при определении диаметра и счетной концентрации частиц не превышала 5% и 10%, соответственно. В разбавителе применялись аэрозольные фильтры, снаряженные тканью Петрянова (ФПП) с эффективностью улавливания не менее 99,97% для частиц диаметром 0,15-0,2 мкм.

ТССА, образуемая при электродуговой сварке, имеет трехмодовое распределение частиц по диаметру [2, 3], где первые две моды представляют собой агломераты первичных частиц размером менее 1 мкм (рис.2), а третья мода – частицы дезинтеграции электродного металла с $d \geq 1 \div 2 \text{ мкм}$. Поэтому, данные измерений счетной концентрации частиц ТССА в первых семи каналах ЛАС-П обрабатывались в двухмодовом приближении.

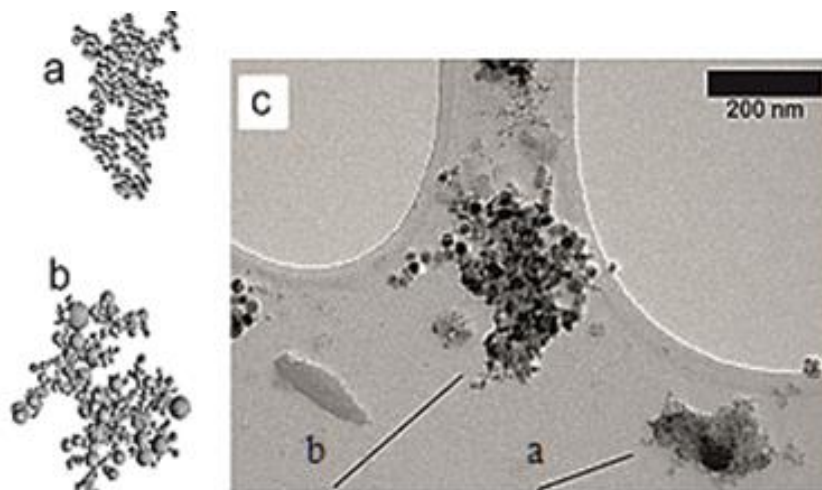


Рисунок 2. ТЕМ изображения структур ингаляционных частиц [3]: первая мода - гомоагломераты первичных частиц со средним диаметром 3÷5 нм (а); вторая мода - гетероагломераты, содержащих первичные частицы со средним диаметром 3÷5 нм и 10÷20 нм (b)

Наилучшим приближением для результатов измерений концентрации частиц ТССА в диапазоне от 0,15 до 1 мкм является линейная комбинация двух логарифмически-нормальных распределений (без учета вклада частиц дезинтеграции, их доля в ТССА не превышает 0,1%):

$$f(d, x, d_{m1}, \sigma_1, d_{m2}, \sigma_2) = x \cdot f_1(d, d_{m1}, \sigma_1) + (1 - x) \cdot f_2(d, d_{m2}, \sigma_2), \quad (1)$$

$$f_i(d, d_{mi}, \sigma_i) = \frac{1}{d \sqrt{2\pi \ln \sigma_i}} \exp \frac{-(\ln d - \ln d_{mi})^2}{2 \ln^2 \sigma_i},$$



где $d_m = \bar{d} \exp(-\ln^2 \sigma / 2)$ - медиана распределения; \bar{d} - средний размер частиц; σ - стандартное отклонение (дисперсия), x - доля частиц первой моды.

Для каждого j -канала ЛАС-П записывается уравнение:

$$N_j = N_T \cdot \Delta d_j \cdot f(d_{cj}, x, d_{m1}, \sigma_1, d_{m2}, \sigma_2), \quad (2)$$

где N_j - число частиц, измеренных в j -канале; N_T - неизвестное полное число частиц в объеме пробы, которое включает частицы с диаметром $d \leq 0,15$ мкм; Δd_j - ширина j -канала; d_{cj} - среднее значение диаметра j -канала. Решение системы уравнений (2) для первых семи каналов ЛАС-П позволяет определить параметры распределения частиц ТССА по размерам (1), вычислить средний диаметр $\bar{d} = d_m \exp(\ln^2 \sigma / 2)$ и концентрацию частиц каждой моды $n_1 = x n_T$, $n_2 = (1 - x) n_T$, где n_T - общая концентрация уловленных частиц ТССА.

Поиск комбинации параметров режима сварки в защитном газе показал, что наблюдаемые тенденции изменения дисперсного состава и концентрации частиц ТССА, монотонно описывает только отношение энергии сварочной дуги к массе расходуемой электродной проволоки - E , кДж/г (далее удельная энергия):

$$E = \frac{I \cdot U}{v \cdot S \cdot \rho}, \quad (3)$$

где I - сила сварочного тока (А); U - напряжение дуги (В); v - скорость подачи проволоки (см/с); S и ρ - площадь сечения (см²) и плотность электродной проволоки (г/см³).

На рис.3 и рис.4 представлены зависимости средних диаметров и концентраций частиц мод ТССА от удельной энергии E .

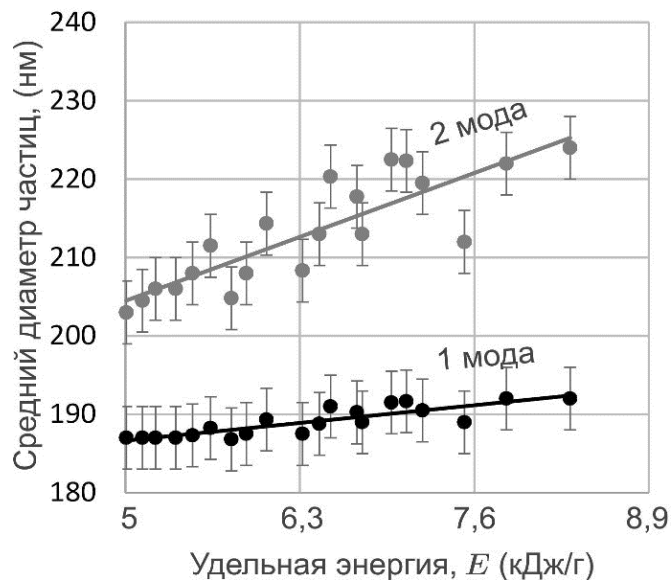


Рисунок 3. Зависимости средних диаметров частиц мод ТССА от удельной энергии E

Как следует из представленных результатов зависимости средних диаметров и концентраций частиц мод ТССА от удельной энергии линейные. Увеличение E приводит к незначительному ($\leq 12\%$) росту диаметров



ингаляционных частиц ТССА и существенному (1,2-2,5 раза) увеличению их концентрации в зоне дыхания сварщика.

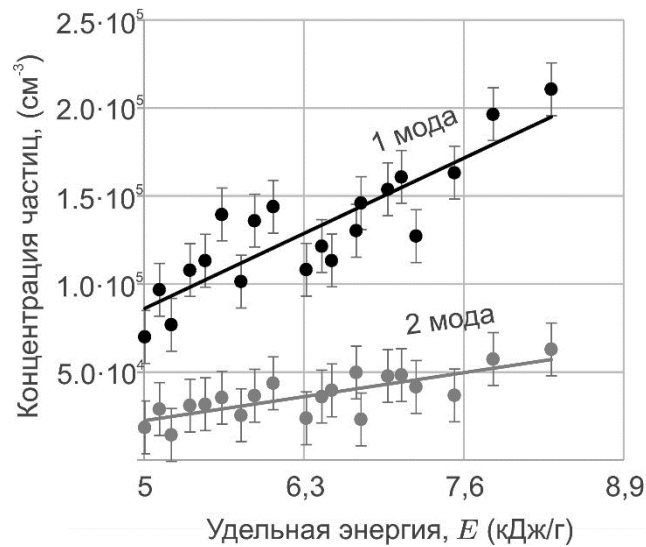


Рисунок 4. Зависимости концентрации частиц мод ТССА от удельной энергии E

Установленные эмпирические зависимости могут быть использованы для прогноза опасности воздействия ТССА на здоровье сварщиков и выбора оптимальных режимов сварки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Antonini J.M. Health effect of welding // *Critical Reviews of Toxicology*. 2003. V. 33(1). – P. 61 – 103.
2. Ennan A.A., Kiro S.A., Oprya M.V., Vishnyakov V.I. Particle size distribution of welding fume and its dependency on conditions of shielded metal arc welding // *Journal of Aerosol Science*. 2013. V. 64. – P. 103 – 110.
3. Miettinen M., Torvela T., Leskinen J.T.T. Physicochemical characterization of aerosol generated in gas tungsten arc welding of stainless steel // *Annals of Occupational Hygiene*. 2016. V. 60. – P. 960 – 968.



ВІБРАЦІЯ ВІД МАЙДАНЧИКІВ БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ ПІД ЧАС РОЗБУДОВИ НОВОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ АЕРОДРОМІВ

Запорожець О.І.

Національний авіаційний університет
(м. Київ, Україна)

Блюхер Б.

Університет штату Індіана
(Терра Хойте, США)

Будівельна діяльність, що передбачає підривання ґрунтової породи, набивання паль, застосування обладнання для тунелювання та великих компресорів, а також великі вантажні перевезення, такі як вантажні поїзди, може створити значні рівні вібрації земної поверхні, та відповідно будівель, що на ній розташовані.

Протягом будівельної діяльності енергія від машин передається в земельний шар, що призводить до його еластичної та нееластичної деформації. Частина цієї енергії розповсюджується у вигляді пружних хвиль і призводить до вібрації ґрунту. Ці хвилі розповсюджуються з різною швидкістю і послаблюються з різною інтенсивністю як функція фізичних властивостей земляного шару. Будинки, розташовані на поверхні ґрунту поблизу будівельного майданчика, реагують на ці вібрації з різними результатами, починаючи від відсутності відчутних ефектів на найнижчих рівнях, низьких звуків грюкання та відчутних коливань на помірних рівнях та незначних пошкоджень конструкцій будівлі на найвищих рівнях вібрації. Хоча вібрації ґрунту від будівельних робіт не часто досягають рівнів, які можуть пошкодити споруди, за наявності тендітних будівель все-таки необхідно звертати особливу увагу на їх вібрацію.

Основними елементами процедури оцінювання вібрації конструкцій та будівель (рекомендованим процесом обчислення вібрації) є:

Крок 1: Визначення рівня вібрації будівельного обладнання (машини) – джерела вібрації.

Крок 2: Використання якісної оцінки вібрації конструкції.

Крок 3: Використання кількісної оцінки вібрації будівельного обладнання (машини) і відповідних параметрів вібрації конструкції будівлі.

Крок 4: Оцінка впливу вібрації на будівельні конструкції.

Крок 5: Визначення заходів по зменшенню вібрації будівельної конструкції.

Кількісний аналіз вібрацій будівельних конструкцій застосовується для проектів, коли вібрація конструкції може призвести до пошкодження будівлі або тривалого роздратування людини. В протилежному разі достатньо розгляду якісної оцінки вібрації конструкції. Наприклад, такі дії, як підривання ґрунтових порід, забивання паль, вібраційне ущільнення ґрунту, знесення та буріння або розкопки поблизу чутливих конструкцій потребують кількісного аналізу.



Оцінка збитків будівельній конструкції та/або людині від вібрації для кожного обладнання обчислюється окремо. На рис. 1 зображено залежність між рівнем швидкості вібрації, виміряним у понад 20 житлових будинках, та загальною реакцією роздратування (суб'єктивних оцінок дослідників та мешканців) їх мешканців на виміряну вібрацію для декількох варіантів систем утворення зовнішньої вібрації. Ці дані публікуються у «Сучасному огляді шуму та вібрації, що переносяться на землю» [1]. На рис. 1 нанесено криву для порівняння з японського дослідження, яка відображає відсоток людей, роздратованих вібрацією, що створюється в житлах швидкісними поїздами. Їх основний результат – вібрація підлоги в чітко сприйнятливому діапазоні (*Distinctly Perceptible range* – дивись на рис. 1) є непринятною для проживання. Дані вказують на те, що вібрації в житлових приміщеннях, що перевищують 75 ВдБ, неприйнятні для джерел повторюваної вібрації, таких як швидкісні транзитні поїзди, які проходять повз житлові території кожні 5 - 15 хвилин. Результати японського дослідження підтверджують висновок, що при швидкості вібрації від 75 до 80 ВдБ багато людей вважають вібрацію дратівливою. Результати аналізу Ради досліджень транспорту (TRB, США) щодо реакції людини на вібрацію також підтверджують цей висновок і вказують на те, що частота скарг населення швидко падає, якщо рівень вібраційної швидкості знижується нижче 72 ВдБ.

Таблиця 1.

Рівні джерел вібрації будівельного обладнання

Обладнання		PPV _{7,5} , дюйм/с	L _{v 7,5} , ВдБ
Устаткування забивання паль	Верхня межа	1,518	112
	Типове значення	0,644	104
Важкий бульдозер	Типове значення	0,089	87
Вантажівка 50 т	Типове значення	0,076	86
Легкий бульдозер	Типове значення	0,003	58

Будівельна вібрація, як правило, оцінюється через значення пікової вібраційної швидкості (peak particle velocity – PPV). На 3-му кроці визначається рівень джерела вібрації (PPV_{ref}) для кожного типу обладнання на відстані від 7,5 м, як наведено в табл. 1. Використовуючи формулу (7-2) з [2] і застосовуючи умови розповсюдження вібрації від точкового джерела із нормальними умовами поширення до базового рівня і для врахування відстані *D* від обладнання до приймача (будівлі, що досліджується на вплив вібрації):

$$PPV_{equip} = PPV_{ref} (7,5/D)^{1,5},$$

де PPV_{equip} – значення пікової вібраційної швидкості на конструкції будівлі; PPV_{ref} – рівень джерела вібрації на відстані 7,5 м з табл. 1; *D* – дійсна відстань від обладнання-джерела вібрації до будівлі.

На кроці 4 необхідно порівняти визначену вібраційну швидкість PPV та наближене значення рівня вібрації *L_v* для кожного виду будівельного обладнання



з критеріями пошкодження вібрацією, наведеними в табл. 2, відповідно до категорії будівлі для оцінки ймовірного впливу. Орієнтовні рмс-швидкості вібрації були обчислені за граничними рівнями PPV, використовуючи коефіцієнт (crest factor) 4.

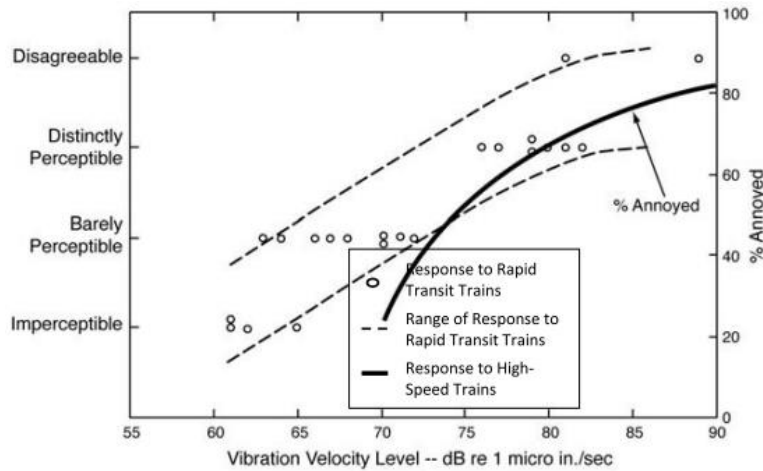


Рисунок 1. Реакція людини (роздратування людини – annoyance) на вібрацію будівлі житлового призначення

Таблиця 2.

Критерії пошкодження вібраційних конструкцій

Категорія будівлі	PPV _{7,5} , дюйм/с	L _{V 7,5} , VдБ
Посилений бетон, сталевий остов	0,5	102
Звичайний бетон	0,3	98
Цегляна будівля (бетонні конструкції відсутні)	0,2	94
Чутлива будівля до вібраційного навантаження	0,12	90

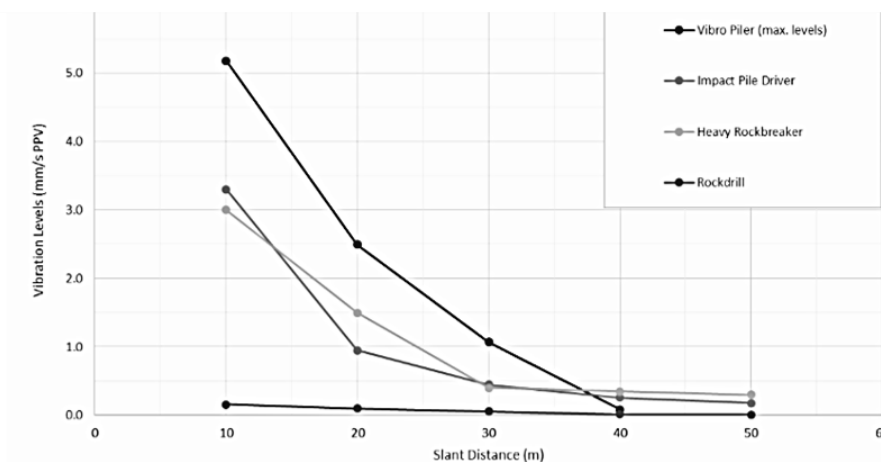


Рисунок 2. Вібраційні швидкості ґрунтового шару, заміряні під час роботи будівельного обладнання: червоний – вібраційна установка забивання паль; помаранчеве - обертальна установка забивання паль; жовтий - обладнання руйнування скелястих порід; синій – фреза/дріль для кам’янистих порід



На рис. 2 наведені результати експериментальних досліджень вібрації ґрунтового шару при застосування установок забивання паль та важкого обладнання руйнування скелястих порід. Можна побачити, що зафіксовані на відстані 10 м від обладнання/устаткування вібраційні швидкості величиною $PPV = 3$ (обладнання руйнування скелястих порід) ... 5 мм/с (установки забивання паль) вже на відстані 50 м від джерела знижуються майже до нуля або нижче нормативних значень з табл. 2.

Якщо застосувати формулу з [2] для визначення вібрації від важкого бульдозера ($PPV_{ref} = 2,2$ мм/с з табл. 1), тоді отримаємо

$$PPV_{equip} = PPV_{ref} (7,5/D)^{1,5} = 2,2 (7,5/50)^{1,5} = 0,13 \text{ мм/с},$$

що підтверджується результатами вимірювань (рис. 2). Тобто на цій відстані навіть для будівлі, що є надзвичайно сприйнятливою до пошкодження вібрацією (норматив 0,12 мм/с з табл. 2), дистанція 50 м вже достатня для захисту від вібрації, що створюється найбільш поширеним будівельним обладнанням – важким бульдозером.

А нормативне значення 0,2 мм/с для звичайного будинку може бути досягнуто на відстані:

$$D = (PPV_{ref}/PPV_{equip})^{2/3} * 7,5 = (2,2/0,2)^{2/3} * 7,5 = 37 \text{ м}.$$

Висновок: дистанції від будівельних зон розбудови нової інфраструктури аеродрому до житлової території, як правило, є набагато більшими. Тому очікувані рівні вібрації на території (в точках) контролю вібрації будуть або зведені до нуля, або значно нижче нормативних значень ушкодження будинків (табл. 2) та реакції роздратування людини (рис. 1).

ЛІТЕРАТУРА

1. Noise and vibration during construction // In: Transit noise and vibration impact assessment, FTA-VA-90-1003-06, May 2006, Office of Planning and Environment, Federal Transit Administration
2. State-of-the-Art Review Prediction and Control of Groundborne Noise and Vibration from Rail Transit Trains // UMTA-MA-06-0049-83-4, DOT-TSC-UMTA-83-3, US. Department of Transportation, Urban Mass Transportation Administration, December 1983.



LOW FREQUENCY AND INFRASOUND NOISE IMPACT AROUND AIRPORTS

Zaporozhets O.I.

National Aviation University
(Kyiv, Ukraine)

Blucher B.

Indiana State University
(Terra Hoyte, USA)

The range of human hearing is generally considered to be $20 \pm 20\ 000$ Hz, which is more appropriate for young individuals, the both limits are changing (upper – declining, lower – rising) with increasing age. Sound below 20 Hz is generally termed infrasound and not included in low-frequency noise on the grounds that it is inaudible. However, sound below 20 Hz can be perceived by humans, reflecting inter-individual differences in hearing threshold. This is shown in Fig. 1, which presents a compilation of hearing thresholds as a function of signal frequency.

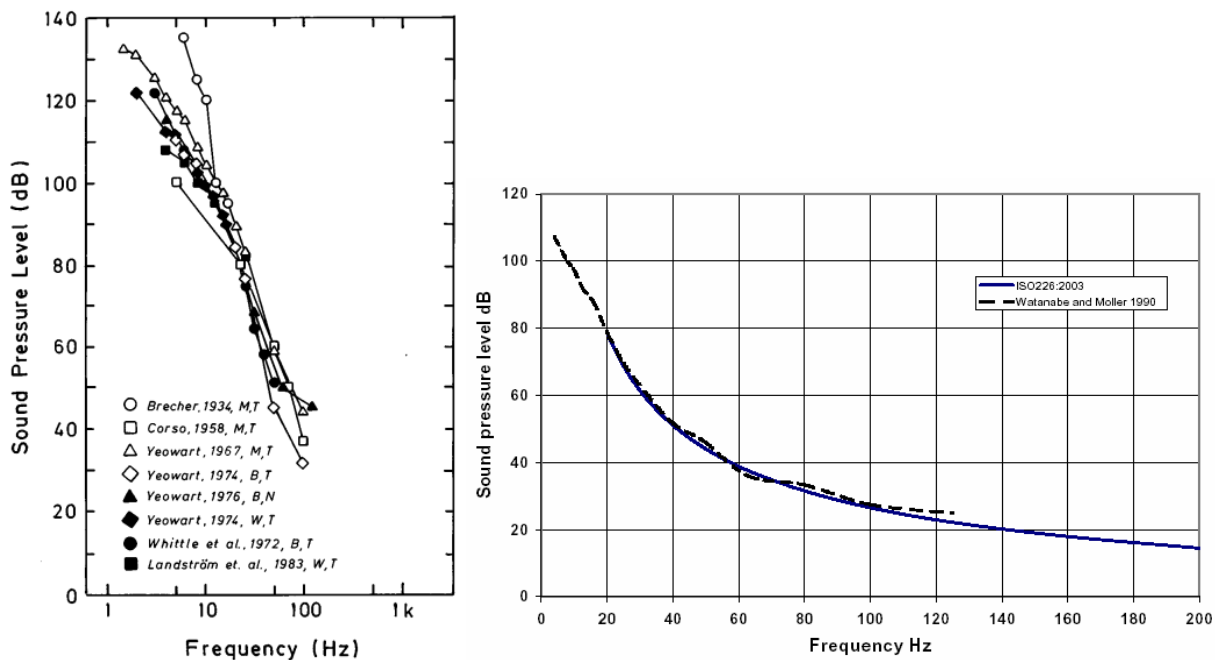


Figure 1: Hearing thresholds as a function of signal frequency: a) from various studies concerning *M*-monaural; *B*-binaural; *W*-whole body; *T*-tone; *N*-noise bands; b) Threshold levels for human perception of infrasound due to ISO standard

Infrasound is always emitted in the environment from many sources, including ambient air turbulence and waves at the seaside, ventilation systems, wind turbines, remote explosions, aviation flights, and various machinery, including building construction. Infrasound extends to larger distances (i.e. with lower levels of losses along the path of propagation) than higher frequency sounds. Some features of human perception of infrasound and low frequency sounds are as follows:

- low frequency sounds and infrasound (2-100 Hz) are noticed by human as a mixture of hearing and tactile sensory reactions.



- lower frequencies should be at higher level (dB) to be equally perceivable, so as hearing threshold at a frequency of 10 Hz is about 100 dB (Fig. 1b).
- tonal sounds cannot be perceived under 18 Hz.
- through long lengths of sound waves it is not possible to determine the specific location from which infrasound comes.

The parameters of infrasound (on workplaces) in octave bands with the geometric-average frequencies 2; 4; 8; 16 Hz are the permissible sound pressure levels (SPL) equal to 105 dB. The permissible overall SPL (OASPL) is equal to 110 dB L_{lin} [1]. The threshold perception levels (TPL) of infrasound and low frequency sound (LFS) by humans is presented on Fig. 1b and Tab. 1: standard deviations of TPL estimations is approximately 6 dB so it is expected that too few people who may have 12 dB or more sensitivity to the mean. For most people, though, the sound levels for infrasound need to be higher to be heard by human beings.

Table 1.

TPL of infrasound and low frequency sound by humans

Hz	4	10	20	30	40	60	80	100
dB	107	97	80	60	56	39	37	23

In selecting the frequency range for infrasound and LFS research in accordance to any project characterized with noise impact (like wind farms and airports/airdromes), we treat LFS as including what is normally taken to be infrasound - Fig. 2. Aircraft noise, one of major sources of community noise, also contains significant amounts of energy in the low-frequency range, as shown in Fig. 3, indicating that much of the recorded LFS from each of the aircraft-types is audible.

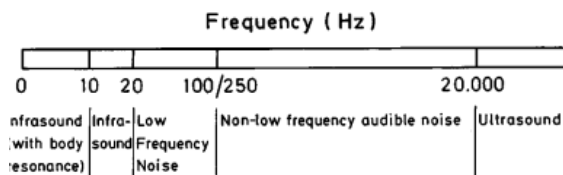


Figure 2. The frequency spectrum of sound and its nomenclature

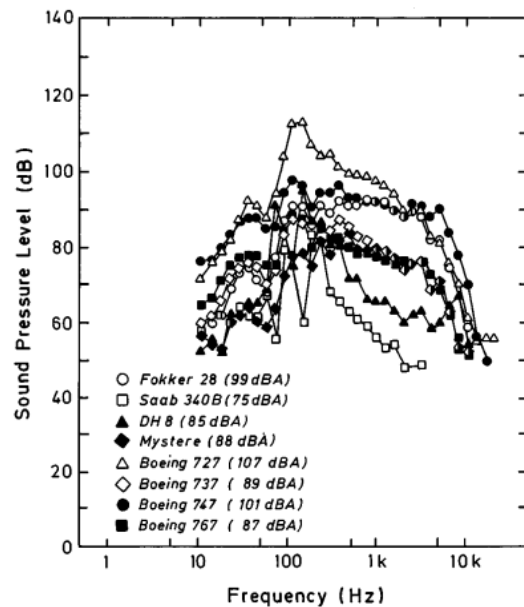


Figure 3. Noise exposure as a function of frequency, for various aircraft types. These data are from recordings of aircraft movements taken outside, on the ground directly underneath the flight path



In airports sound energy at frequencies below 200 Hz is mostly contained in noise generated behind departing aircraft – so called backblast noise, as shown in Fig. 4. This LFS propagates over long distances, travels quite freely through structures, and can cause these structures to vibrate more readily than does noise at medium and high frequencies. The physics of LFS (or LFN) make it difficult to fully mitigate and make it easy to cause noise-induced vibrations at large distances from the airport. It is primarily the rattling of structures and bric-a-brac that is annoying to residents and results in complaints.

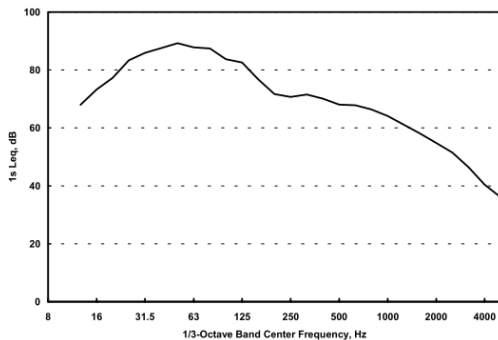


Figure 4. A typical aircraft backblast noise lin-spectrum

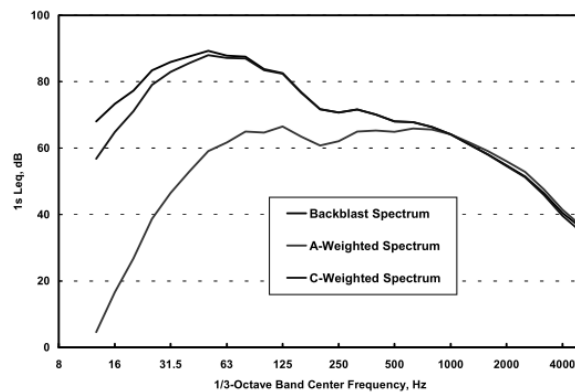


Figure 5. The effect of A- and C-weighting on backblast noise spectrum

The A-weighting network, with its de-emphasis of low-frequencies, does not adequately represent this LFN, and hence should not be used to evaluate its effects or measures to mitigate it. There are other weighting networks and metrics that have been suggested for use in describing LFS and particularly aircraft backblast noise. For example, C-weighting de-emphasizes the frequencies below 63 Hz and hence covers most, but not all, of the frequency range of backblast noise. C-weighting is easily measured by most sound level meters, and is used as the most appropriate metric for describing sonic boom and blast noise which also contains a significant amount of low frequency energy.

LFN (LFS) represents a special issue because outdoor A-weighted noise measurements may not appropriately reflect their levels that can induce potentially annoying secondary emissions inside residences near runways where the jet noise at the start of take-off roll and/or the jet noise from thrust reversers may cause LFN levels that are not typical of other areas in the airport environs. Due to propagation aspects, mentioned above, LFN can be audible at farther distances than higher frequency noise.

There is evidence that helicopter noise also characterized by large LFS components and may impact the building and produce rattle (i.e. sounds of rattling objects or windows within the dwelling) or vibration (the perception vibrating building elements or furniture), which in turn may lead to increased annoyance by the helicopter noise. While rattle noise and vibration may also be induced by the LFS components of ground noise during aircraft landing and take-off, it is only sporadically induced by overflying fixed-wing aircraft.



At the present time there is no universally accepted method of describing LFN/LFS and its impact on communities around airports. Some efforts to use the C-weighting for this purpose have been noted; however, this approach represents a poor surrogate for making octave or one-third octave measurements at the lower frequencies because the C-weighting will include sounds in frequencies above those that induce rattle.

First, the noise to the rear of a departing aircraft has a predominately low-frequency content for the complete duration of the operation, as shown in Fig. 4 and 5. The maximum engine thrust is maintained throughout the aircraft takeoff process, but since the aircraft is moving away down the runway, the noise level changes with time because the distance is increasing, and the orientation of the jet exhaust with any given location in the community is also changing. This time-history characteristic is shown in the left-hand portion of Fig. 6 for the usual aircraft departure, measured at a distance of 1 km from the runway end at an angle of about 30° to runway axis.

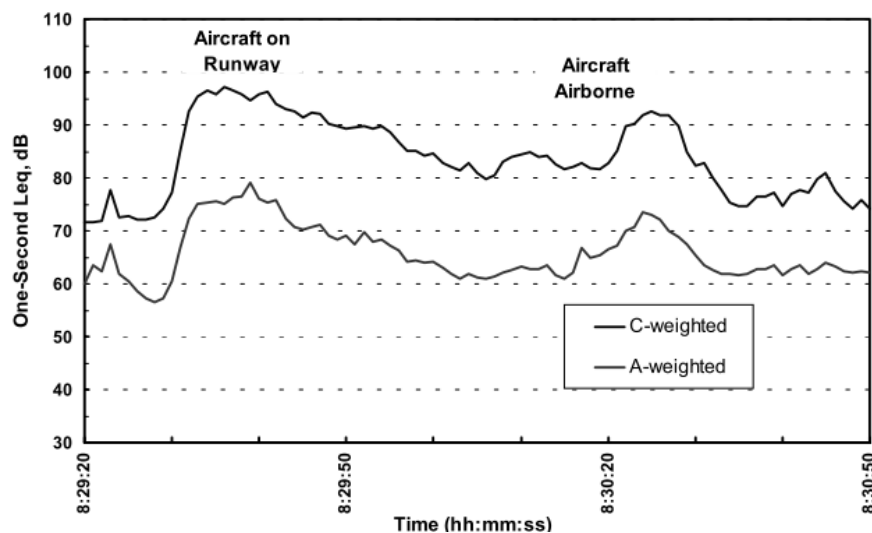


Figure 6. Noise time history of a single aircraft takeoff

Aircraft with low bypass engines (even with accordance to ICAO Chapter 3 noise limits) produce significantly more backblast noise than those with the high bypass engines, and so backblast noise in airports will decrease as these aircraft are retired and going out of operation. In any case at distances 1 km (Fig. 4-6) and higher the spectral SPL and OASPL for LFN from aircraft at runway taking-off.

A significant number of residents around airports and aerodromes reported that a major LFN annoyance factor is rattling windows and doors. Aircraft noise generally caused more window vibrations than common non-aircraft events such as walking and closing doors. Non-aircraft events and aircraft flyovers resulted in comparable wall vibration levels, while floor vibrations were generally greater for non-aircraft events than for aircraft flyovers. And the problem was cured to their satisfaction when residents received replacement windows and doors as part of the standard sound insulation package (an usual part of noise mitigation program in airports). For better final results it is recommended that a small demonstration program be conducted to test the application of rattle mitigation measures, such as tightening windows and



doors, and the installation of felt pads under household articles, to determine their effectiveness and costs. In fact, this is a measure that homeowners could implement themselves. Controlling the rattling of objects reduces the perception of and annoyance with LFN.

The relationship between structural vibration and aircraft noise is linear (Fig. 7), with vibration levels being accurately predicted from OASPL or L_A measured near the structure [3]. Relatively high levels of structural vibration measured during supersonic aircraft (Concorde) operations are due more to higher OASPL levels than to unique Concorde-source characteristics [4]. The threshold of LFN for rattle in fittings is the minimum SPL at which fittings start rattling. The result of steady LFN testing of fittings indicates that the minimum SPL to initiate rattling varies with the type of fittings and ranges between 30 and 40 dBA (Fig. 8). The “mean value - standard deviation” of the minimum SPL to initiate rattling in fittings generally coincides with the previously obtained “threshold of rattle in fittings”. There are differences in characteristics between low frequency noise thresholds at which fittings start rattling and at which persons sense the noise. People can sense low frequency noise at a higher sound pressure level, while fittings tend to start rattling at a lower sound pressure level than people sense at a frequency below 20 Hz.

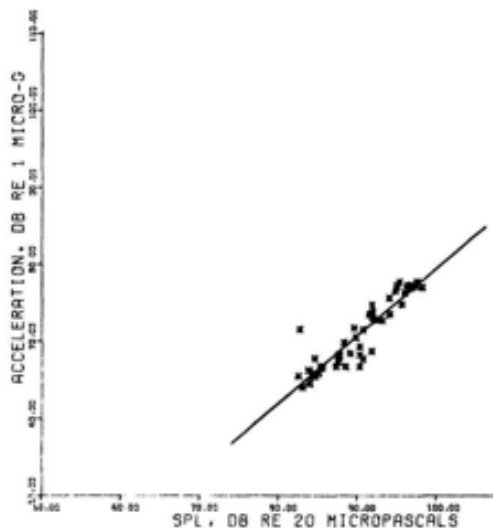


Figure 7. Window and wall response data for sideline aircraft B-747 flyover events (aircraft did not fly directly over the building test site)

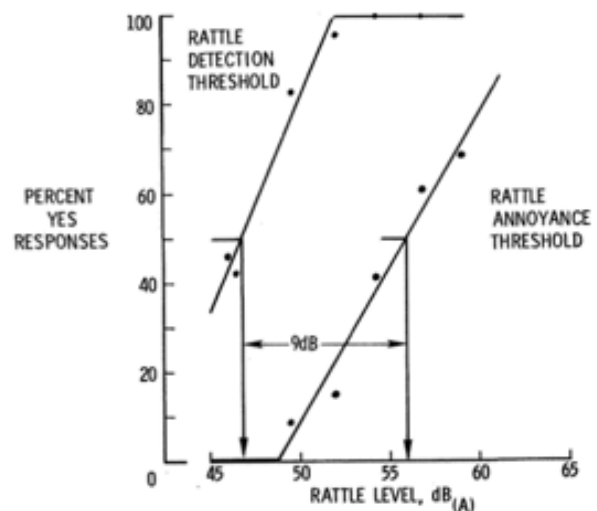


Figure 8. Comparison of rattle detection and rattle annoyance thresholds

Conclusion: For aircraft LSN the distance 1 km from the runway is enough to prevent the rattles of articles inside buildings and appropriate human annoyance.

LITERATURE

1. ДСН 3.3.6.037, 1999. Санитарные нормы производственного шума: ультразвук и инфразвук– 99. – Киев: Министерство охраны здоровья Украины, Главное санитарно-эпидемиологическое управление,– 79 с.



2. Noise Association, 2006. Location, Location, Location. An investigation into wind farms and noise by The Noise Association. Published by The UK Noise Association, Printed by RAP Spiderweb July 2006.

3. Cawthorn J.M., Dempsey T.K., DeLoach R. Human response to aircraft-noise-induced building vibration // NASA Langley Research Center [<https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19790002677.pdf>].

4. Mayes, W. H., Stephens, D. G., DeLoach, R., Cawthorn, J. M., Holmes, H. K., Lewis, R. B. Concorde noise-induced building vibrations: John F. Kennedy International Airport // NASA Langley Research Center Hampton, VA, United States, 1978. [<https://ntrs.nasa.gov/search.jsp?R=19780018933>].



USING THE ROTATION CENTER AND PIVOT POINT TO OPTIMIZE VESSEL'S MANEUVER

Zinchenko S.N., Tovstokoriy O.N.
Kherson State Maritime Academy
(Kherson, Ukraine)

Introduction. Optimization of the vessel's maneuver is associated with the need to reduce the maneuvering space. This is especially true for all sorts of narrowness and ports. The size of vessels grows much faster than the size of ports, which causes more and more difficulties when maneuvering vessels in confined water areas. More accurate knowledge of the behavior of the vessel is required to minimize maneuvering space. By now, three directions of movement optimization have been identified.

The first direction is associated with a more accurate determination and taking into account the position of the vessel's rotation center in the control of the rotational motion. The knowledge about rotation center position was constantly changing. Initially, it was assumed that the vessel rotates around the gravity center. However, this is true for objects operating in not tight environment (aircraft, rockets, spacecraft). The vessel operates in the aquatic environment, the density of which is many times greater than the density of air. For this reason, water has a more significant effect on the behavior of the vessel, including the position of the Pivot Point. In further studies, for example [1] – [6], it is shown that for vessels the rotation center coincides with the point of application of the resultant lateral hydrodynamic force. Some authors called this rotation center as Pivot Point, although later another point was called as Pivot Point. The authors of this article believe that inaccuracies were made in determining the position of the rotation center, which will be discussed in the section of Research results.

The second direction is associated with the use of the Pivot Point in control. More than 85% of all vessels have a traditional stern rudder control scheme. When the stern rudder is deflected, a torque and a lateral force occur simultaneously, which leads to simultaneous rotational and lateral movement of the vessel. Such complex movement is difficult for the navigator to evaluate and make the right decision, which can lead to serious consequences. In this regard, in a number of works, control methods are considered, when it is recommended to replace such complex movement of the vessel with one rotational movement around a point called the Pivot Point. The position of this point is determined from the equation

$$R = -\frac{V_y}{\omega_z}, \quad (1)$$

where V_y is the lateral speed of the vessel, ω_z is the angular rate of the vessel, R is the position of the Pivot Point relative to the gravity center of the vessel [7] – [9]. According to the authors of this article, formula (1) determines the position of the Pivot Point relative to the rotation center, but not in any way relative to the gravity center of the vessel, since the vessel rotates at angular rate ω_z relative to the rotation center. In



article [10] an experimental determination of the Pivot Point position was also proposed. Articles [7] – [10] also did not show how to use the pivot point position, obtained in equation (1), for practical maneuvering, that is, no further relationship was shown between the Pivot Point position and controls (stern rudder deflection and thruster deflection to make such rotation).

The third direction is associated with the use of mathematical methods for optimal control of the vessel's movement in automatic mode. This direction in relation to the control of the vessel's movement around the Pivot Point has not been found by the authors in open sources.

The relevance of research. As follows from the above, the optimization of the vessel's movement to reduce the space, required for maneuver, is an urgent scientific and technical problem.

Formulation of the problem. It is required to synthesize control algorithms that make it possible to reduce the space required for the vessel's maneuver by optimizing the rotational movement: more accurately determining the position of the rotation center, the Pivot Point, using them to form controls for the vessel's actuators, and forming the time optimal controls.

Results of researches. Determining and taking into account the position of the rotation center in vessel control. The authors of this article believe that, unlike [1] - [6], the position of the vessel's rotation center is determined not only by the hydrodynamic characteristics of the ship, but also by its mass inertial characteristics, therefore, the rotation center should be somewhere between the vessel's gravity center and the center of the resultant lateral hydrodynamic force application. To determine the position of the rotation center, the authors made the following assumption: the applied torque relative to the rotation center should have the greatest efficiency, that is, the condition should be met

$$\varepsilon(x_0) = \frac{M_{zu}(x_0) - M_{zg}(x_0)}{I_z(x_0)} \rightarrow \max \quad (2)$$

where $\varepsilon(x_0)$ is angular acceleration about the rotation center x_0 ,

$M_{zu}(x_0)$ is applied moment relative to the rotation center x_0 ,

$M_{zg}(x_0)$ is moment of hydrodynamic resistance relative to the rotation center x_0 ,

$I_z(x_0)$ is moment of inertia of the vessel about the rotation center x_0 ,

x_0 is coordinate of the vessel's rotation center relative to the gravity center.

From equation (2) the dependence of the rotation center position on the speed of the vessel is obtained

$$x_0 = \frac{L}{2} \left(1 - \frac{V_{\max}}{V + V_{\max}}\right), \quad (3)$$

where L is the vessel length, V is the vessel speed, V_{\max} is the maximum vessel speed.



Formation of rotational motion controls around the Pivot Point. The system of equations that determines the lateral and rotational motion of the vessel is as follows

$$\begin{aligned}
 m \frac{dV_y}{dt} &= \frac{dF_y}{d\delta_r} \delta_r + \frac{dF_y}{d\delta_T} \delta_T - \frac{dF_y}{dV_y} V_y, \\
 I_z \frac{d\omega_z}{dt} &= -\frac{dF_y}{d\delta_r} l_r \delta_r + \frac{dF_y}{d\delta_T} l_T \delta_T - \frac{dM_z}{d\omega_z} \omega_z,
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

where $\frac{dF_y}{dV_y}, \frac{dM_z}{d\omega_z}$ is hydrodynamic characteristics of the vessel,

$\frac{dF_y}{d\delta_r}, \frac{dF_y}{d\delta_T}$ is control characteristics,

δ_r, δ_T are the angles of rudder deflection and the thruster deflection, respectively,

l_r, l_T are the arms from rudder and thruster to center of rotation, respectively.

For steady motion $V_y = const, \omega_z = const$, system (4) can be written as

$$\begin{aligned}
 V_y &= \frac{dF_y dV_y}{d\delta_r dF_y} \delta_r + \frac{dF_y dV_y}{d\delta_T dF_y} \delta_T, \\
 \omega_z &= -\frac{dF_y d\omega_z}{d\delta_r dM_z} l_1 \delta_r + \frac{dF_y d\omega_z}{d\delta_T dM_z} l_2 \delta_T
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

From equations (1), (5) determine the dependence $\delta_r = k_{ru} \delta_T$ between the angle of rudder deflection and the angle of thruster deflection for the implementation of movement around a given Pivot Point

$$\delta_r = -\frac{\frac{dF_y}{d\delta_T} \left(\frac{dV_y}{dF_y} + R^* \frac{d\omega_z}{dM_z} l_T \right)}{\frac{dF_y}{d\delta_r} \left(\frac{dV_y}{dF_y} - R^* \frac{d\omega_z}{dM_z} l_r \right)} \delta_T
 \tag{6}$$

Fig. 1 shows a dependence of the control distribution coefficient k_{ru} on the position of the Pivot Point R^* for one of the offshore vessels OSV3.

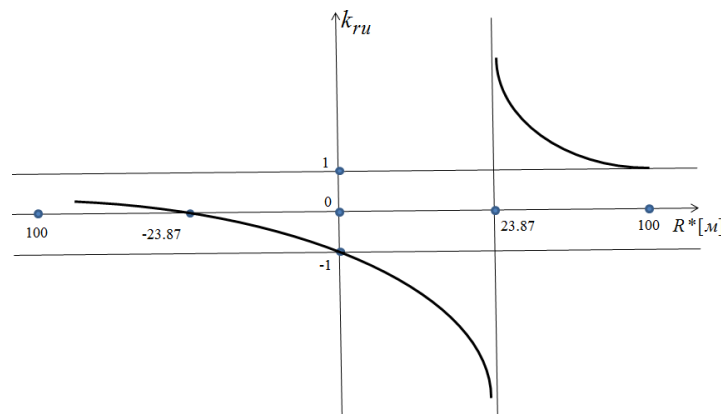


Figure 1. Dependence of the control distribution coefficient on the position of the Pivot Point



Fig. 2 shows the areas of admissible controls that determine the movements around a given Pivot Point, as well as all other possible variants of movement.

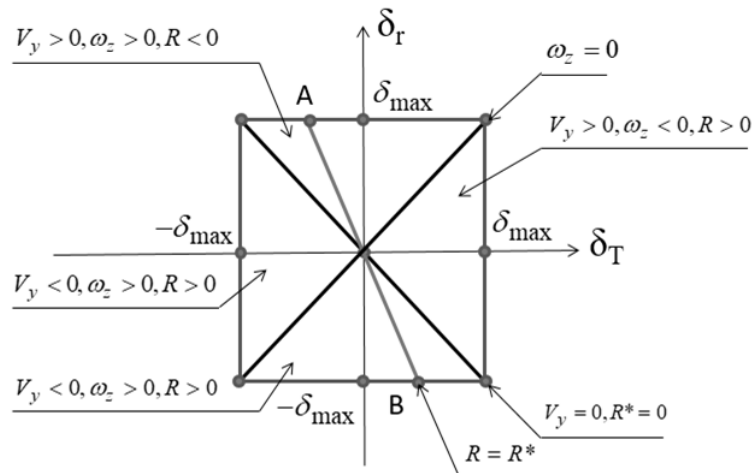


Figure 2. Areas of admissible controls

Optimal controls. Points A and B in Fig. 4 correspond to the time optimal control of the vessel's rotation around the Pivot Point R^* , since according to the Pontryagin maximum principle for systems, linear on control, optimal control lie on the admissible controls area boundary.

Conclusions. The following tasks were solved in the work:

- control algorithms were synthesized to reduce the space, required for the vessel's maneuver by optimizing rotational motion;
- the formula for determining the position of the center of rotation depending on the speed of the vessel is obtained;
- the formula for determining the position of the Pivot Point was refined;
- a graph of the control distribution coefficient dependence on the position of the Pivot Point is built;
- control areas are obtained that ensure the rotation of the vessel around the Pivot Point, other movements of the vessel with given parameters;
- time optimal control of the vessel's rotation around the Pivot Point is obtained.

REFERENCES

1. Hooyer, H. H., 1983. Behavior and Handling of Ships. - Cornell Maritime Press.
2. Inoue, K., Jiang, J.M., Isihata, S., 1993. Estimation the Position of the Pivot Point in Ship Handling and Analysing its Characteristics. Journal of Society of Navigation, Japan, no. 89, P. 39 – 49.
3. Tzeng, Ch., 1998. Analysys of the pivot point for a turning ship. Journal of marine science and technology, no. 6(1), P. 39 – 44.
4. Chase, Andy G., 1999. Sailing Vessel Handling and Seamanship – The Moving Pivot Point. The Northern Mariner, P. 53 – 59.



5. Artyszuk, J. Pivot point in ship manoeuvring. *Scientific Journals Maritime University of Szczecin*, no. 20(92), P. 13 – 24.
6. Cauvier, H., 2008. The Pivot Point. *The PILOT. The official organ of the United Kingdom Maritime Pilots' Association*, no. 295. <http://www.pilotmag.co.uk/wp-content/uploads/2008/06/pilotmag-295-final-web.pdf>.
7. Seo, S. G., 2011. The Use of Pivot Point in Ship Handling for Safer and More Accurate Ship Manoeuvring. *Proceedings of IMLA*, no. 1(29), P. 271 – 280.
8. Butusina, P., Dinu, D., 2012. Ship's Pivot Point in current and swell. <http://www.pilotmag.co.uk/wp-content/uploads/2012/01/Pivot-point-final.pdf>.
9. Seo, S. G., 2016. Safer and More Efficient Ship Handling with the Pivot Point Concept. *The International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, no 10(4), pp. 605-612. DOI: 12.12716/1001.10.04.09.
10. Tovstokoryi, O.N., 2014. Eksperimental'noe opredelenie polozhenija poljusa povorota po tangencial'nym skorostjam nosa i kormy, *Naukovij visnik HDMA*, no. 1(10), P. 57 – 63.



ФОРМАЛІЗОВАНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ «ПОВІТРЯНИЙ КОРАБЕЛЬ – ЕКІПАЖ – АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА РЕКОНФІГУРАЦІЇ КЕРУВАННЯ – СЕРЕДОВИЩЕ – ОСОБЛИВА СИТУАЦІЯ»

Казак В.М., Шевчук Д.О., Беда А.І.
Національний авіаційний університет
(м. Київ, Україна)

Годованюк С.П.
Херсонська державна морська академія
(м. Херсон, Україна)

Для вирішення завдань автоматизації процесів керування складними об'єктами до яких, зокрема, належать комплекси аерокосмічної техніки, виникла нагальна потреба у забезпеченні єдності, цілісності поглядів, принципів та прийомів прийняття рішень спрямованих на забезпечення заданого рівня безпеки польотів в умовах виникнення особливої ситуації (ОС) у польоті.

Під особливою ситуацією (ОС) розуміється позаштатна ситуація, що виникає у польоті в результаті впливу несприятливих факторів або їх комбінацій, що й зумовлює до зниження рівня безпеки польоту [1 – 4]. До таких факторів належать: відмови і несправності окремих елементів функціональних систем; вплив несприятливих зовнішніх умов і внутрішніх процесів; недоліки в наземному забезпеченні польоту; помилки й порушення правил експлуатації функціональних систем і техніки пілотування; прояви несприятливих особливостей аеродинаміки, у результаті виникнення пошкоджень зовнішніх обводів ПК у польоті. Методика оцінювання рівня безпеки польотів (РБП) на основі моделювання поведінки АТС зводиться до аналізу перехідних процесів при виході параметрів польоту за межі області регламентованих режимів виникнення і розвитку ОС.

Важливість та особливості розв'язання прикладних системних завдань автоматизації керування сучасною складною технікою на різних етапах життєвого циклу визначають багато факторів. Серед них особливо слід виділити фактори дестабілізуючих зовнішніх впливів і внутрішніх процесів, наявний час розвитку ОС у польоті і ризик прийняття неправильного рішення, що призведе до авіаційної катастрофи із багатомільйонними збитками і загибеллю людей. Звідси випливає практична необхідність пошуку нових концепцій, принципів та підходів до автоматизації керування сучасними складними ієрархічними системами різного призначення в аварійних ситуаціях. Тому, пропонується поточну польотну ситуацію розглядати з позицій системного аналізу, тобто спочатку визначити завдання агрегованої системи «ПК – екіпаж – АСРК – середовище – ОС», а далі, провівши її сепарацію, проаналізувати аеродинамічні та льотно-технічні характеристики ПК, дії екіпажу в контурі керування, особливості функціонування АСРК, вплив зовнішнього середовища, а також процес розвитку ОС у польоті [5, 6]. Формалізована модель «ПК – екіпаж – АСРК – середовище – ОС» представлено на рисунку 1.

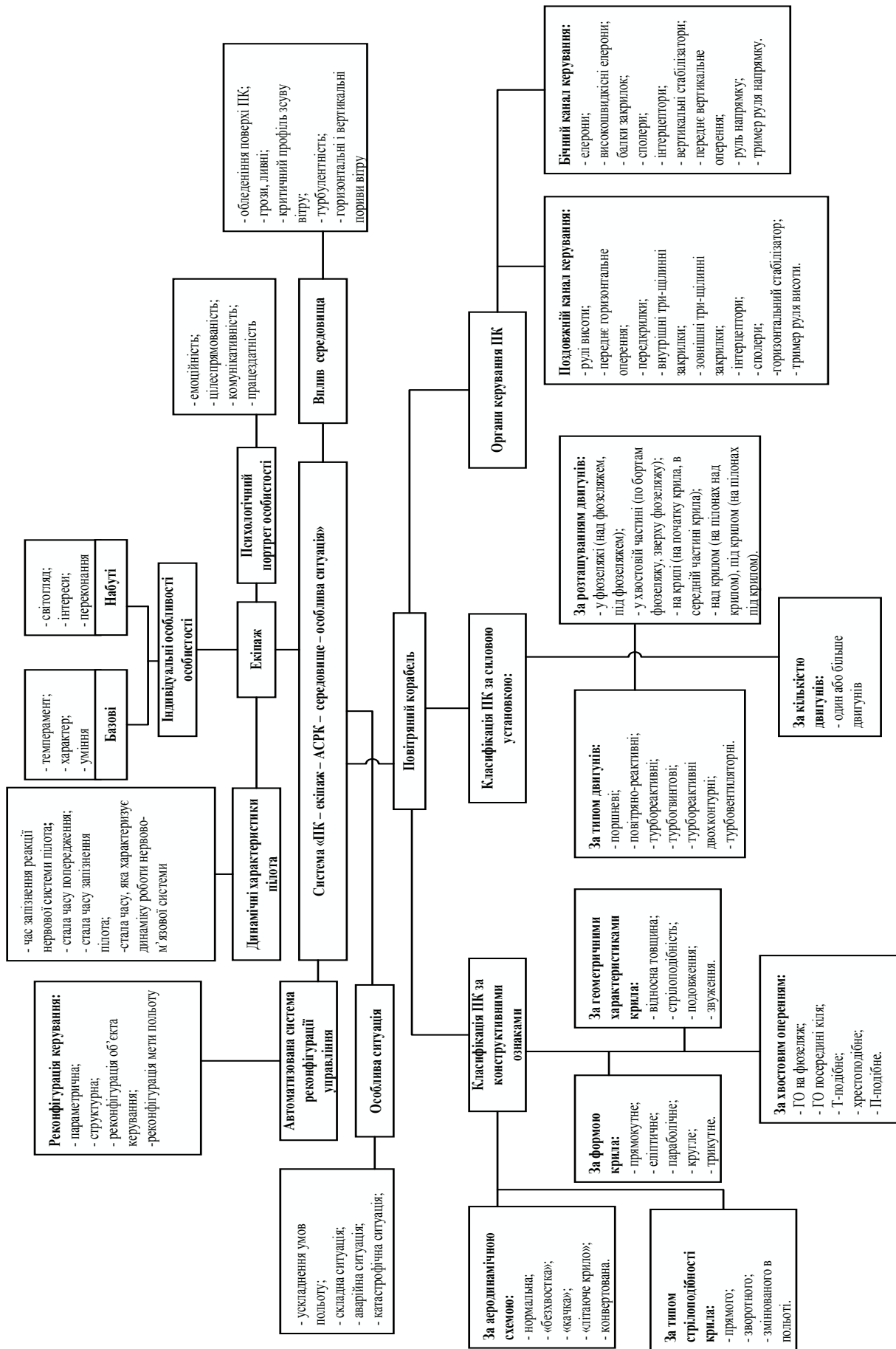


Рисунок 1. Формалізована модель «ПК – екіпаж – АСРК – середовище – ОС»



Під час розв'язання цих завдань, крім наведених факторів, необхідно враховувати, що результативність функціонування автоматизованої системи реконфігурації керування і можливість виникнення катастрофічних пригод безпосередньо залежать від властивостей і структури досліджуваної системи.

Такий підхід дозволить об'єктивно оцінити ситуацію, що склалася у польоті, і сформувані необхідні керувальні дії, спрямовані на відновлення керованості та стійкості ПК в умовах впливу несприятливих факторів [7, 8].

Узгодження елементів запропонованої системи має бути системним і враховувати цілі польоту, наявний час розвитку ОС, очікувані результати реконфігурації керування ПК, складність поточної ОС, а також достовірність отриманої діагностичної інформації про стан зовнішніх обводів ПК у польоті (рис. 2).

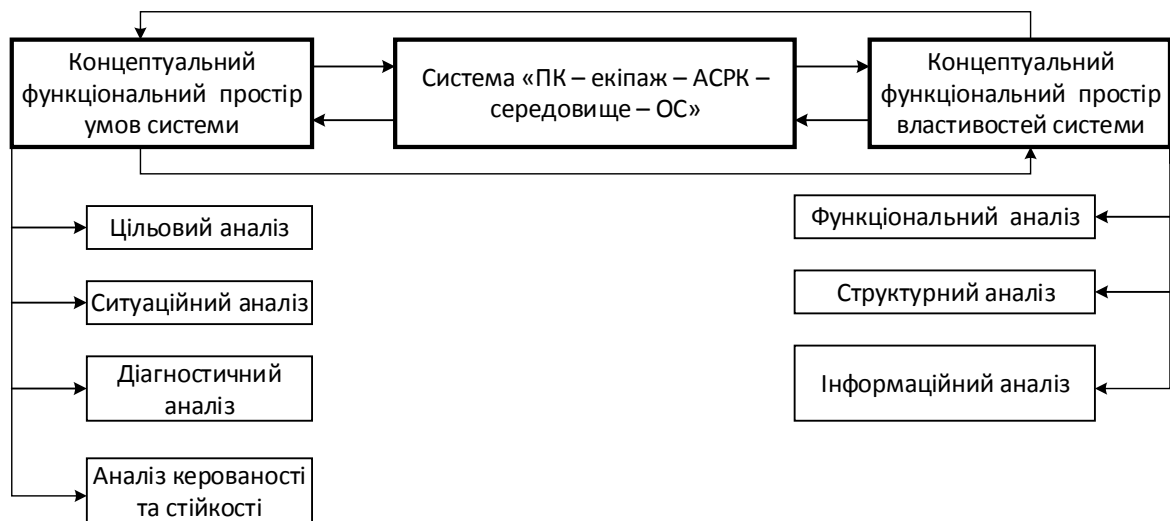


Рисунок 2. Схема системної формалізації структури «ПК – екіпаж – АСРК – середовище – ОС»

Визначимо процедуру системного аналізу структури «ПК – екіпаж – АСРК – середовище – ОС» (рис. 2).

Цільовий аналіз – визначення оптимальних цілей продовження польоту ПК з урахуванням зміни аеродинамічних та льотно-технічних характеристик ПК, дії екіпажу, функціонування АСРК, зовнішнього середовища, а також процес розвитку ОС.

Ситуаційний аналіз – виявлення типових ситуацій, що склалися у польоті їх характеристик, які визначають основні умови функціонування складної системи.

Діагностичний аналіз – визначення обсягу, повноти, достовірності та інших показників діагностичної інформації про стан зовнішніх обводів ПК та ПНО у польоті.

Аналіз керованості та стійкості ПК – виявлення оптимальних методів реорганізації процесу керування з метою відновлення керованості та стійкості ПК в умовах виникнення і розвитку ОС у польоті.

Функціональний аналіз – визначення допустимих функціональних можливостей керувальних органів ПК для відновлення керованості та стійкості в умовах виникнення і розвитку ОС у польоті.



Структурний аналіз – визначення структурних взаємозв'язків складових елементів системи та оцінювання їх сукупного впливу на рівень безпеки польоту.

Інформаційний аналіз – кількісне визначення рівня дефіциту інформації про процес розвитку ОС у польоті, а також достовірності отриманої інформації, що надходить пілоту, про перехід системи із одного стану в інший.

Взаємозв'язок запропонованих процедур системного аналізу визначається цілями та особливостями взаємозв'язку елементів досліджуваної системи «ПК – екіпаж – АСРК – середовище – ОС», а також прогнозування потенційних можливостей АСРК щодо відновлення керованості та стійкості ПК в ОС у польоті.

ЛІТЕРАТУРА

1. Энциклопедия безопасности авиации / Н. С. Кулик, В. П. Харченко, М. Г. Луцкий // Под ред. Н. С. Кулика. – К.: Техніка, 2008. – 1000 С.
2. Безопасность полетов: Учебник для вузов / Р. В. Сакач, Б. В. Зубков, М. Ф. Давиденко и др. // Под ред. Р. В. Сакача. – М.: Транспорт, 1989. – 239 С.
3. Казак В. М. Системні методи відновлення живучості літальних апаратів в особливих ситуаціях у польоті: монографія / В. М. Казак. – К.: Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2010. – 284 с.
4. Казак В. Н. Управление летательным аппаратом, получившим повреждение в полете / В. Н. Казак // Вісн. КМУЦА. – 2000. – № 3–4. – С. 85 – 89.
5. Шевчук Д. О. Активная отказоустойчивая система для сохранения управляемости и устойчивости самолета в неблагоприятных условиях полета / Д. О. Шевчук, М. А. Васильев, С. В. Бугрик, Ю. Я. Смеречинский // Вісник Інженерної академії України. – 2012. – №3 – 4. – С. 42 – 45.
6. Шевчук Д. О. Застосування інтелектуальних технологій для збереження живучості системи «літак – екіпаж – регулятор – середовище – особлива ситуація» / Д. О. Шевчук, О. М. Тачинина, М. П. Кравчук. // Вісник Центрального наукового центру Транспортної академії України. – 2008. – № 11. – С. 87 – 90.
7. Kazak V. M. Model of stabilization of helicopter in hover mode over a given point object under destabilizing action of weather condition / V. M. Kazak, D. O. Shevchuk, N. A. Tymoshenko // Journal of Automation and Control, United States. – 2014. – Vol. 2. – No. 3. – P. 86–90.
8. Казак В. Н. Концепция повышения безопасности полета в особых ситуациях в полете / В. Н. Казак, Е. Н. Тачинина, Д. О. Шевчук, Б. М. Проценко, М. В. Максименко // Міжнародна наукова конференція «Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту (ISDMCI'2012)»: матеріали конференції, 27–31 травня 2012. – Євпаторія: ХНТУ, 2012. – С. 479 – 481.



БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА СИСТЕМНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ

Калита П.Я.

Українська асоціація досконалості та якості
(м. Київ, Україна)

Васюхін М.І.

Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України
(м. Київ, Україна)

Постановка проблеми. За даними Міжнародної організації праці (МОП) щодня від нещасних випадків на виробництві або хвороб гине понад 6300 працівників – це майже 2,3 мільйона на рік. Тягар витрат, пов'язаних з професійними травмами і захворюваннями, є досить значним як для роботодавців окремих підприємств, так і для економіки загалом. При цьому, останнім часом небезпечних випадків в суспільстві ще й більше. І до виникнення таких випадків, як правило, причетні люди. Тому перед людством гостро постає питання: яким чином мінімувати виникнення трагічних випадків.

Перефразувавши слова видатного теоретика і гуру сучасності у сфері менеджменту Пітера Друкера, можна сказати, що: «не існує небезпечних організацій, є лише погано керовані». Адже при досконалому керівництві стає можливим забезпечити своєчасне прийняття та організацію виконання адекватних управлінських рішень, які попереджували би виникнення небезпеки.

Останнім часом питанням удосконалення систем менеджменту взагалі і в частині забезпечення безпеки життєдіяльності, зокрема, в розвиненому світі приділяють все більше уваги. Значну активність в цьому проявляє Міжнародна організація зі стардартизації (ISO), яка вже декілька десятиліть поспіль приймає міжнародні стандарти на системи менеджменту.

Аналіз попередніх досліджень. Локальні цільові системи менеджменту на базі стандартів.

1. Міжнародний стандарт ISO 45001:2018 «Системи управління професійною безпекою та здоров'ям. Вимоги та настанови до застосування».

ISO 45001 — це стандарт у сфері професійної безпеки, який має на меті впровадження системи профілактики нещасних випадків на виробництві, професійних захворювань, інцидентів тощо, збереження життя і здоров'я працівників, скорочення витрат на сплату штрафів, виконання приписів наглядових органів в галузі охорони праці, ведення бізнесу більш ефективним шляхом зниження невикористаних витрат (на ліквідацію наслідків аварій та інцидентів, сплату штрафів та реалізацію приписів), покращення іміджу компанії як соціально орієнтованої і т. ін.

Стандарт призначений для впровадження організаціями будь-якого розміру та сфери діяльності. Це інструмент управління, який організації можуть добровільно застосовувати для зведення до мінімуму або повного усунення ризику заподіяння шкоди. Його використання дає змогу організації перетворити зусилля, спрямовані на запобігання надзвичайним ситуаціям, на безперервний



організований ланцюг процесів, які підтримуються за допомогою належних методів та інструментів. Система управління за ISO 45001 передбачає: розробку та впровадження програми дій та кінцевих цілей у сфері професійної безпеки і здоров'я; визначення небезпек і ризиків у сфері професійної безпеки та здоров'я, пов'язаних з діяльністю цієї організації; пошук способів їх усунення або мінімізації шкідливого впливу; встановлення оперативного контролю за управлінням ризиками у сфері професійної безпеки та здоров'я та за наявними законодавчими й іншими вимогами; підвищення обізнаності щодо ризиків, які існують у межах компанії; оцінці показників її діяльності у сфері професійної безпеки та здоров'я і пошук способів їх покращення; заохочення працівників до активної участі у діяльності, пов'язаній з професійною безпекою тощо.

2. Серія міжнародних стандартів ISO на системи управління якістю (ISO 9000).

На сьогодні основоположним в цій серії є стандарт ISO 9001:2015 «Системи управління якістю. Вимоги». Він базується на семи принципах: орієнтація на замовника; лідерство; задіяність персоналу; процесний підхід; поліпшення; прийняття рішень на підставі фактичних даних; керування зв'язками.

Одним із ключових принципів побудови системи менеджменту якості відповідно до ISO 9001 є процесний підхід: діяльність організації складається з ряду взаємозалежних процесів, які функціонують як цілісна система. При цьому вихідні дані одного процесу є вхідними даними для наступного. Тому процесний підхід полягає в систематичній діяльності по визначенню процесів, їхньої послідовності й взаємодії, управлінню процесами й зв'язками між ними.

Суттєва відмінність ISO 9001:2015 від попередніх версій стандарту – явне застосування ризик-орієнтованого мислення, яке дає змогу організації визначати чинники, які можуть спричинити відхилення її процесів та її системи управління якістю від запланованих результатів, щоб встановлювати запобіжні заходи контролю для мінімізації негативних впливів і максимального використання можливостей, по мірі їх виникнення. Це неможливо без розуміння свого середовища і визначення зацікавлених сторін та їхніх вимог.

Відповідно до ISO 9001 для створення системи управління якістю організація повинна: визначити процеси, потрібні для системи управління якістю, та їх застосування в межах організації; визначити необхідні входи цих процесів і очікувані від них виходи; визначити послідовність і взаємодію цих процесів; визначити та застосовувати критерії та методи (зокрема моніторинг, вимірювання та відповідні показники дієвості), потрібні для забезпечування результативності функціонування та контролювання цих процесів; визначити ресурси, потрібні для цих процесів, і забезпечувати їх наявність; призначити осіб з відповідальністю та повноваженнями щодо цих процесів; розглядати ризики та можливості; оцінювати ці процеси та запроваджувати будь-які зміни, потрібні для забезпечування того, щоб ці процеси досягали своїх передбачених результатів; поліпшувати процеси та систему управління якістю.

3. Серія міжнародних стандартів ISO на системи управління ризиками.



В цій серії основоположним є Міжнародний стандарт ISO 31000:2018 «Менеджмент ризиків. Принципи та керівні вказівки». Він містить принципи, структуру і процес управління ризиками. Стандарт може бути використаний будь-якою організацією незалежно від її розмірів, виду діяльності або галузі. Застосування ISO 31000 допомагає організаціям підвищити ймовірність досягнення цілей, зокрема у сфері безпеки, більш ефективно виявляти можливості і угрози, а також більш ефективно розподіляти і застосовувати ресурси в процесі моніторингу ризиків. Організації, які застосовують даний стандарт, можуть порівнювати свої методи управління з визнаними на міжнародному рівні, застосовуючи обґрунтовані принципи ефективного менеджменту і корпоративного управління.

По своїй суті ISO 31000:2018 — це чудовий стислий посібник, який допомагає організаціям використовувати принципи управління ризиками для поліпшення планування і прийняття більш ефективних рішень.

Крім згаданих, ISO прийняла ще цілу низку міжнародних стандартів на системи менеджменту, зокрема: серію стандартів на системи екологічного менеджменту (ISO 14000), серію стандартів на системи менеджменту енергоефективності (ISO 50000) тощо.

Цілісні системи менеджменту організацій. Відомо, що локальні системи менеджменту можуть бути найбільш ефективними, коли вони органічно «вмонтовані» в єдину цілісну систему менеджменту організації. Створення цілісних систем менеджменту в світі передбачено відповідними моделями досконалості (моделями ідеальних організацій). Найпоширеніші серед них: японська імені Демінга, американська імені Болдріджа і європейська (модель досконалості EFQM). Модель EFQM всебічно описує будь-яку організацію через дев'ять критеріїв: лідерство; стратегія; персонал; партнерство й ресурси; процеси, продукти і послуги; результати, які стосуються споживачів, персоналу та суспільства; ключові результати. Ці критерії представлено у вигляді 32 підкритеріїв.

Порівняння конкретної організації з моделлю дає змогу визначити її сильні сторони та області для удосконалення за кожним із 32 підкритеріїв. Отримання та аналіз інформації про найкращу світову практику дає можливість розробити конкретну цілеспрямовану інноваційну програму удосконалення на певний період часу.

Важливим елементом моделі EFQM є так звана логіка RADAR (система оцінки РАДАР), яка передбачає динамічну оцінку системи і є зручним інструментом менеджменту, що забезпечує структурований підхід до аналізу функціонування організації. У найзагальніших рисах логіка RADAR передбачає, що організація систематично має: визначати результати, яких треба досягати в рамках реалізації своєї стратегії; планувати та розробляти цілісну мережу обґрунтованих підходів для досягнення необхідних результатів в сьогоденні і майбутньому; системно розгортати підходи, забезпечуючи їх реалізацію;



оцінювати і покращувати підходи і їх розгортання на основі моніторингу та аналізу досягнутих результатів і постійної діяльності з вивчення.

Як впливає з моделі EFQM, досконалі організації є соціально відповідальними відносно трудящих, споживачів і суспільства. Виявляючи турботу про соціум, дбайливо взаємодіючи з навколишнім середовищем і досягаючи високих економічних результатів, вони роблять внесок у сталий розвиток організацій і суспільства.

Мережеві системи менеджменту «високих» рівнів управління. Найбільш ефективними системи менеджменту можуть бути у разі їх поєднання у відповідні мережі. Особливого значення це набуває для «високих» рівнів управління: регіонами, галузями, державою в цілому. Проблему державного управління пропонував розв'язати академік Віктор Михайлович Глушков за десять років до розвалу СРСР створенням Загальнодержавної Автоматизованої Системи (ОбщеГосударственной Автоматизированной Системы – ОГАС). Але тоді положення саме України, в порівнянні з сьогоdnішнім, було значно краще. До недавнього часу вона займала четверте місце у світі за кількістю сертифікованих фахівців в області інформаційних технологій. Рівень вітчизняних фахівців в області комп'ютерної інженерії і програмування був одним з найвищих у світі. Тому нам під силу вести розробки математичного і програмно-технічного забезпечення, причому найпередовішого рівня.

Для вирішення цих доленосних питань необхідно прийняти комплекс невідкладних заходів, залучивши до цього знання і досвід вітчизняних фахівців, передусім, учених Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова і зайнятися створенням ОГАС. Природно, створенням такої ОГАС, що відповідає сучасним реаліям України.

Зрозуміло, що розв'язати прямо зараз таку проблему не вдасться. Вже немає повного набору інститутів, фахівців, колективів, які злагоджено і скоординовано удосконалили б систему управління державою. Щоб відродити напівзруйновану економіку, потрібні значні інвестиції, але перед цим – реконструкція системи в цілому, що єдино дозволяє зробити (по Глушкову) його системний (чи комплексний) підхід.

В умовах відсутності фінансування бюджет країни може стати корисним структурно-функціональний підхід, розроблений доктором технічних наук, професором Михайлом Івановичем Васюхіним і Заслуженим діячем науки і техніки України, доктором технічних наук, професором Віктором Єгоровичем Ходаковим, який передбачає поетапне ранжування цілей і грошей, послідовно-паралельними розв'язуючи проблему. Починати все одно доведеться, по-старому не вийде – попереду прірва. При цьому витрати будуть мізерні, в порівнянні з катастрофою, яка нас чекає.

Проблеми з підготовкою менеджерів в Україні. Для удосконалень у сфері системного менеджменту необхідно мати висококваліфікованих менеджерів, яких для країни готує вища школа. І тут Україна має суттєві проблеми. В результаті прийняття в країні у 2002 році хибної Концепції державної політики у сфері управління якістю продукції, процесів і послуг тут



ще і досі існують плутанина і невірне розуміння щодо створення і застосування систем менеджменту. І, якщо в розвиненому світі удосконаленню системного менеджменту приділяють дедалі більше уваги, то в Україні у цій сфері все навпаки. Переважна більшість організацій бізнесу, як і публічного сектору, зокрема органів влади, використовують застарілі малоефективні системи управління, що не забезпечують досконалості та конкурентоспроможності в умовах глобального насиченого ринку. Навіть ті організації, які удосконалюються на засадах міжнародних стандартів на СМ, мають типові недоліки, а саме: переважно створюють окремі ізольовані цільові СМ на базі стандартів, які не узгоджені між собою, не інтегровані у загальну СМ організації та не охоплюють усіх її цілей; майже не застосовують сучасних методів і інструментів підготовки управлінських рішень; часто впроваджують СМ формально, без зміни застарілої ділової культури.

Післямова. Слід зазначити, що питання системного менеджменту в цілому по Україні ще й досі не закріплені за жодним органом влади. Відповідно, ці питання не знайшли відображення в жодній державній політиці і стратегії розвитку України. А тому переважна більшість українських організацій на сьогодні використовує застарілі системи управління, що не забезпечують конкурентоспроможність в умовах глобального насиченого ринку і не створюють передумов для забезпечення безпеки життєдіяльності в Україні. Це стосується, як бізнесу, так і публічного сектору, зокрема органів державної влади.

Створення ОГАС України доки ще можливо при виконанні перелічених вище умов і флагманом в цьому процесі має бути Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, хоч би тому, що перший етап системного підходу постановка цілей роблять професіонали - системні аналітики. Та і другий параметризація і особливо третій - побудова моделі управління державою повинні робити фахівці, які є в цьому Інституті.

ЛІТЕРАТУРА

1. Глушкова В. В., Жабін С. О. Від ОГАС до концепції електронного урядування. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ogas.kiev.ua/library/vid-ogas-do-kontseptsiyi-elektronnogo-uryaduvannya-837>.
2. В команді В. М. Глушкова 18 Ноября 2016 (Автор: Васюхин М.И.) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ogas.kiev.ua/sites/default/files/docs/2016/11/17/pdf/vasyuhin_m.i._v_komande_glushkova_v.m._0.pdf.



МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ФУНКЦІОНУВАННЯ СКЛАДНОЇ КІБЕРФІЗИЧНОЇ СИСТЕМИ В ЕКСТРЕМАЛЬНИХ УМОВАХ

Клименко І.А., Мигаль В.П., Мигаль Г.В.

Національний аерокосмічний університет імені М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»
(м. Харків, Україна)

Безпека і надійність складних кіберфізичних систем (транспортних, енергетичних, тощо) в значній мірі залежить від організації та узгодженості процесів отримання та обробки інформації від великої кількості різноманітних сенсорів, які здійснюють моніторинг внутрішніх та зовнішніх умов, важливих для прийняття керуючих рішень. Ці сенсори різного типу (фізичні, хімічні, біологічні) є джерелами складних сигналів різної форми та масштабу для обробки яких використовуються різні методи. Проблема полягає в тому, що в екстремальних умовах: а) параметри, які фіксуються сенсорами, змінюються в часі і просторі та у значній мірі є стохастичним, б) функціональним характеристикам самих сенсорів властива індивідуальність, обумовлена технологічною, чи біологічною спадковістю, в) проявляється фрактальність і нелінійність сигналів. Все це в комплексі ускладнює керування складними кіберфізичними системами оскільки традиційні критерії й моделі або є недієздатними в умовах стохастичності поведінки та прояву нелінійності. При цьому індивідуальність функціонування сенсорів в екстремальних умовах не враховується, а математичні моделі не дають однозначних розв'язків. Таким чином, для покращення надійності керування складними кіберфізичними системами існує потреба в створенні конвергентного підходу до обробки сигналів різної природи, що враховує індивідуальність їх джерел та їх просторово-часову неоднозначність.

Значного прогресу в аналізі реальних сигналів сенсорів різного типу вдалося досягнути в рамках міждисциплінарного підходу до виявлення індивідуальності функціонування об'єктів живої і неживої природи [1]. Цей підхід базується на параметричній геометризції сигналів-відгуків: 3D-моделюванні в універсальному просторі динамічних подій (стан - швидкість зміни стану - прискорення зміни стану): $f(x) - df/dx - d^2f/dx^2$, де f – значення сигналу, що визначається станом системи, x – змінна, від якої залежить стан системи (час, просторова координата, зовнішній чинник, тощо). В роботах [2, 3] показано, що такі моделі є інформативними щодо індивідуальних особливостей динаміки системи, які замасковані в сигналі при його представленні в традиційній формі, а їх ортогональні проекції на площини простору динамічних подій дозволяють визначати ряд універсальних параметрів (ентропія, енергетична збалансованість, тощо). Попри те, що параметрична геометризція сигналу забезпечує його природну декомпозицію [4], залишається актуальним питання розшифровки топології 3D-моделей реальних сигналів. В зв'язку з цим було проведено моделювання в просторі динамічних подій



релаксаційних процесів різного масштабного рівня. На рис. 1 представлена 3D-модель релаксаційного процесу, що демонструє динаміку дисипації та просторово розділяє протилежні фази і «природним» способом дозволяє порівнювати їх масштаб. При появі на фоні «повільного» процесу «швидких» гармонічних збурень, локалізованих у часі, 3D-модель суттєво видозмінюється (рис. 2).

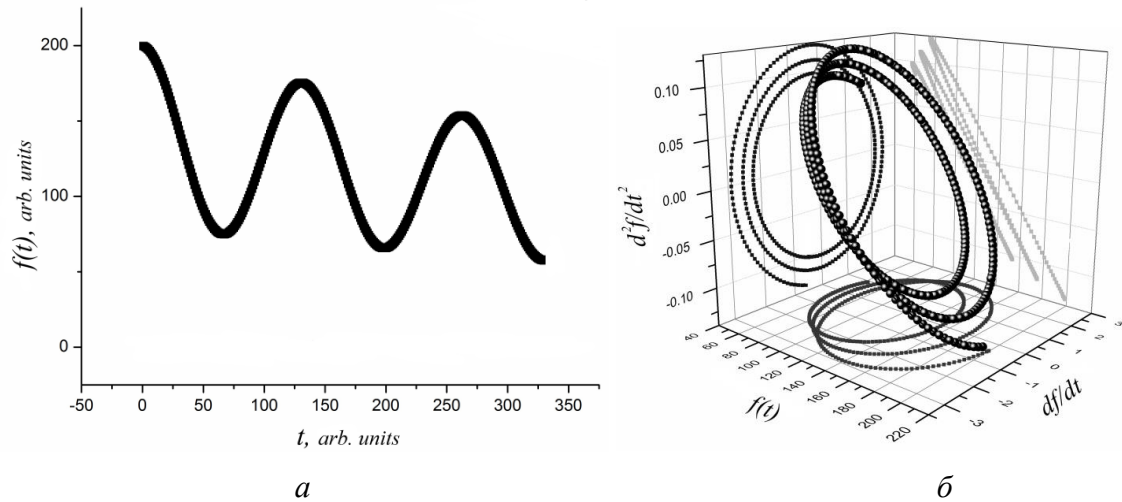


Рисунок 1. Релаксаційний процес (а) та його топологічна 3D-модель (б)

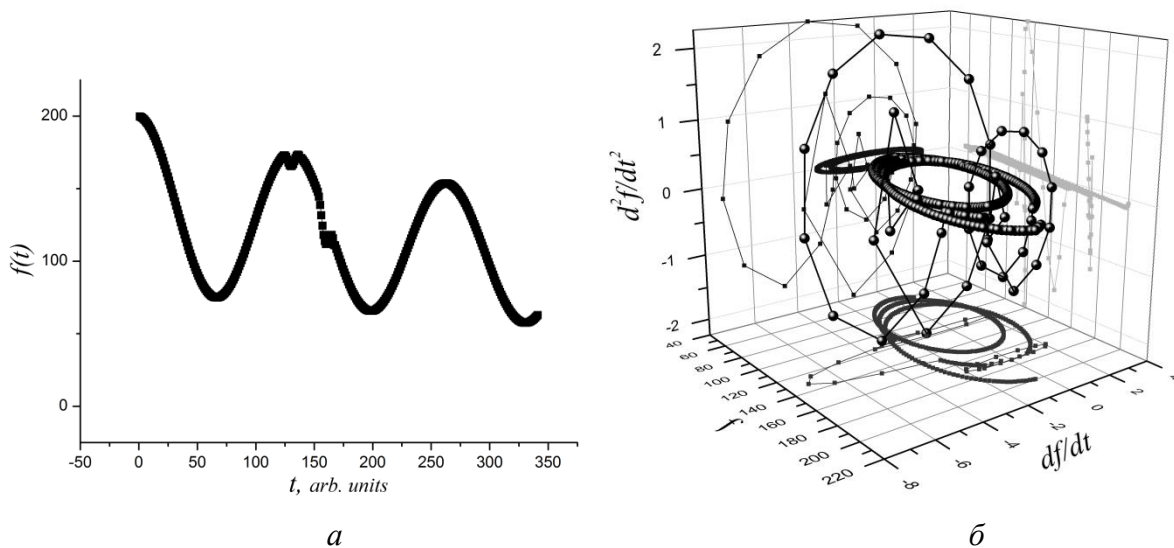


Рисунок 2. Релаксаційний процес з локальними гармонічними збуреннями (а) та його топологічна 3D-модель (б)

Виявилось, що цим збуренням відповідають характерні дугоподібні ділянки, параметри яких залежать від часової локалізації збурень на фоні «повільного» релаксаційного процесу. Це дозволяє зробити припущення, що динаміка складних систем, в яких одночасно протікають процеси з різною часовою та частотною локалізацією, визначається саме «швидкими» процесами. А 3D-моделювання функції управління таких систем дозволяє виявити такі процеси попри їх «замаскованість» на фоні більш повільних процесів та їх



фрактальний характер. Серед природних процесів, яким характерна мультифрактальність, окремої уваги заслуговують сонячна активність [5]. Інтерес до неї викликаний, зокрема, її впливом на функціональний стан людини-оператора. В зв'язку з цим було проведено моделювання в просторі динамічних подій отриманого з відкритих джерел [6] часового ряду інтенсивності сонячного випромінювання за останні 25 років. В його 3D-моделі спостерігається послідовність петлеподібних ділянок, кількість яких та характер їх просторового розподілу є індивідуальними для кожного періоду циклу сонячної активності. Порівняння з 3D-моделлю релаксаційного процесу (рис.3) вказує на те, що петлеподібні ділянки моделі сонячної активності в просторі динамічних подій очевидно відображають «тонку» структуру сигналу – швидкі процеси стохастичного характеру, яким не характерна чітка часова та частотна локалізація. Структура сигналу найбільш проявляється в ортогональних проєкціях, що є індивідуальними графічними образами – сигнатурами 1-го і 2-го порядку [7]. При системному аналізі їх конфігурацій можна застосовувати екстремальні принципи динаміки, які мають геометричну інтерпретацію. Зазначимо, що «мультифрактальність» топологічних 3D-моделей характерна не лише сонячній активності, але й фотовідгуку напівпровідникових сенсорів [8] та кардіосигналам [9].

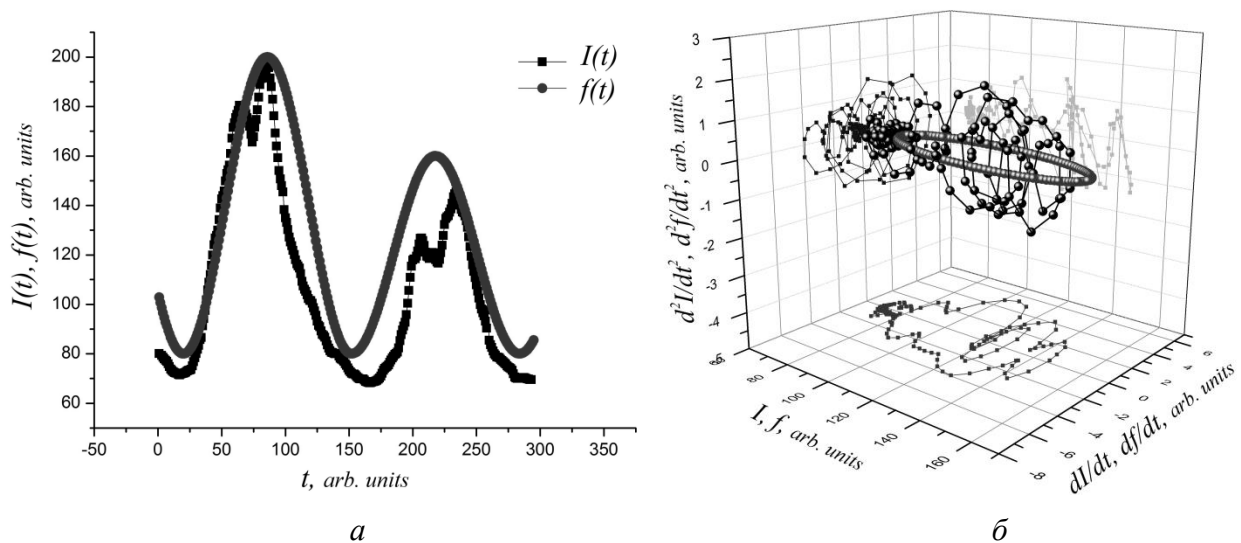


Рисунок 3. Сонячні цикли інтенсивності випромінювання та релаксаційний процес (а) та їх топологічні 3D-моделі (б)

Запропоноване моделювання є універсальним оскільки дозволяє порівнювати та аналізувати процеси незалежно від природи сигналу, що містить в собі приховану інформацію про індивідуальні особливості динаміки системи та дозволяє використовувати однакові універсальні показники та критерії. Параметрична геометризація в просторі динамічних подій відкриває перспективи для аналізу сигналів сенсорів різного типу з урахуванням їх індивідуальності та стохастичного характеру відгуку на стрес-чинники.



ЛІТЕРАТУРА

1. Valeriy Mygal. An Interdisciplinary Approach to Study Individuality in Biological and Physical Systems Functioning / Valeriy Mygal, Andrii But, Galyna Mygal, and I. Klimenko // *Scientific Reports*. – 2016. – 6. – P. 387–391.
2. V.P. Migal. Hereditary Functional Individuality of Semiconductor Sensors / V.P. Migal, A.V. But, G.V. Migal, I.A. Klymenko // *Functional Materials*. – 2015. – V.22, no.3. – P. 387–391.
3. Valeriy Mygal. Cyberphysical Approach to the Study of the Functioning of Dynamic Systems // Valeriy Mygal and Galyna Mygal // *Elektrotehnicheskie i kompyuternyye sistemyi*. – 2016. – V.22, no. 9. – P. 354–358.
4. Valeriy Mygal. Geometrization of the Dynamic Structure of the Transient Photoresponse from Zinc Chalcogenides / Valeriy Mygal, Andrii But, A. Phomin, and I. Klimenko // *Semiconductors*. – 2015. – 49. – P. 634–637.
5. Л.С. Афанасов. Применение методов частотно-временного и мультифрактального анализа для исследования динамических характеристик солнечной активности / Л.С. Афанасов, А.Г. Масловская // *Вестник АмГУ*. – 2019. – вып.6. – С. 29–33.
6. База данных уровня солнечного излучения // LASP Interactive Solar Irradiance Data Center: офиц. сайт. – Режим доступа: https://lasp.colorado.edu/lisird/data/penticton_radio_flux/.
7. V.P. Mygal. Influence of radiation heat transfer dynamics on crystal growth / V.P. Mygal, I.A. Klymenko, G.V. Mygal // *Functional Materials*. – 2018. – V. 25, no.3. – P. 574–580.
8. V.P. Mygal. Individuality of photoresponse dynamics of semiconductor sensors / V.P. Mygal, I.A. Klymenko, G.V. Mygal // *Functional Materials*. – 2017. – V. 24, no. 2. – P. 212–218.
9. V.P. Mygal. Visualization of Signal Structure Showing Element Functioning in Complex Dynamic Systems – Cognitive Aspects / V.P. Mygal, G.V. Mygal, L.M. Balabanova // *Journal of nano- and electronic physics*. – 2019. – V. 11, no. 2. – 02013(4pp).



COVID-19: АНАЛІЗ РИЗИКІВ ДЛЯ НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ

Кодак О.А.

Національний університет «Полтавська політехніка» імені Юрія Кондратюка
(м. Полтава, Україна)

Про те, що COVID-19 – далеко не найстрашніша хвороба в історії людства, що від ВІЛ, туберкульозу і навіть від ГРВІ вмирає набагато більше людей – говорять усі, кому не лінь, і чим далі, тим гучніше. Розуміючи, що люди втомилися від карантинних обмежень, цю тезу часто використовують у своїх промовах численні кандидати на виборчі посади, критикуючи дії влади, яка намагається стримати епідемію. Спробуємо розібратися, чи справді це так.

Як зазначав відомий російський учений, академік РАН Микита Моїсеєв «ризик і небезпеки в розвитку цивілізації були, є і будуть. І нам доведеться привчити себе до думки про необхідність жити під цим тягарем. Однак це означає лише одне: людству необхідно навчитися гранично знижувати цей ризик і небезпеки» [1]. В контексті нинішньої пандемії коронавірусу SARS-CoV-2 ці слова як ніколи актуальні.

Подібних прецедентів в нашій країні ще не було. 25 березня 2020 року Уряд України запровадив режим надзвичайної ситуації на всій території України. Міністра охорони здоров'я визначено керівником робіт з ліквідації наслідків медико-біологічної надзвичайної ситуації природного характеру державного рівня, пов'язаної з поширенням на території України гострої респіраторної хвороби COVID-19, спричиненої коронавірусом SARS-CoV-2. У зв'язку із складною епідемічною ситуацією режим надзвичайної ситуації подовжено до 31 серпня 2020 року. За державним класифікатором ДК 019:2010 [2], надзвичайна ситуація має код 20715 – «пандемія».

В усьому світі вже понад 30 років використовується так званий ризик-орієнтований підхід (РОП) до запобігання надзвичайним ситуаціям, а також до усунення їх наслідків. Суть зазначеного підходу полягає в обчисленні ризиків для кожної конкретної небажаної події з урахуванням усіх джерел небезпек, чинників і обставин, що сприяють виникненню та розвитку небезпеки. При цьому безпеку тлумачать як прийнятний рівень ризику, а сам ризик визначають у вигляді добутку ймовірності небажаної події на її наслідки. При оцінюванні ризиків у державах ЄС орієнтуються на два основних нормативних рівня: мінімальний ($R \leq 1 \times 10^{-8}$) і гранично допустимий ($R = 1 \times 10^{-5}$). Ризик, значення якого нижче або дорівнює мінімальному – вважається абсолютно прийнятним. Ризик, значення якого більше гранично допустимого – вважається абсолютно неприйнятним.

Як із позицій ризик-орієнтованого підходу оцінити небезпеку захворювання на коронавірус? За оперативними даними МОЗ України, на 18 серпня 2020 року зафіксовано 94436 лабораторно підтверджених випадків COVID-19, з них 2116 летальних, 48925 пацієнтів одужало [3].



Індивідуальний (соціальний) ризик, як відомо, означає ймовірність загибелі людини, яка знаходиться у даному регіоні, від можливих джерел небезпеки протягом року з урахуванням імовірності її перебування в зоні ураження. Він характеризує частоту виникнення подій, що полягають в ураженні певної кількості людей, які піддаються уражувальним впливам певного виду в разі реалізації певних загроз небезпеки від цієї кількості людей. За цим показником можна оцінити масштаб катастрофічності небезпеки [4].

В межах статистичної концепції ризику [5], його можна визначити як відношення кількості подій n з небажаними наслідками за певний період часу до максимально можливої їх кількості N за той самий проміжок часу (найчастіше – за рік):

$$R = \frac{n}{N}. \quad (1)$$

При цьому ризик R необхідно подавати як число, записане у стандартному вигляді:

$$R = a \times 10^n, \quad (2)$$

де $1 \leq a < 10$ – це основа числа R , а n — це порядок числа R .

Оскільки число R має ймовірнісний смисл, показник степеня n може бути будь-яким цілим числом, але обов'язково від'ємним.

Існує міжнародна шкала ризиків смертельних небезпек за якою виділяють декілька *реперних* значень: ризик знехтуваний, ризик прийнятний, ризик гранично допустимий, ризик надмірний. Оскільки COVID-19 – смертельно небезпечна хвороба, при оцінці ризику можна користуватися цією шкалою.

Таблиця 1.

Міжнародна впорядкована шкала ризиків смертельних небезпек

Ризик низький			Ризик середній		Ризик високий		
$< a \cdot 10^{-8}$	$a \cdot 10^{-8}$	$a \cdot 10^{-7}$	$a \cdot 10^{-6}$	$a \cdot 10^{-5}$	$a \cdot 10^{-4}$	$a \cdot 10^{-3}$	$\geq a \cdot 10^{-2}$
Знехтуваний	Низький	відносно низький	середній	відносно середній	високий	дуже високий	Надмірний
1	2	3	4	5	6	7	8

Екстраполюємо чисельність хворих і померлих від COVID-19 на **повний рік**, збільшивши дані за пів року вдвічі. Тоді ризик захворіти на коронавірусну хворобу для українця становитиме $R = 2 \times 94436 / 41902416 = 4,5 \times 10^{-3}$ (дуже високий ризик), де 41902416 – чисельність наявного населення України на 1 січня 2020 року без урахування окупованих територій та громадян, що живуть за кордоном [6]. Аналогічно, ризик померти, захворівши на COVID-19: $R = 2 \times 2116 / 2 \times 94436 = 2,2 \times 10^{-2}$ (надмірний ризик).

Для порівняння COVID-19 з іншими хворобами, звернемося до статистики минулих років. За даними МОЗ України 2018 року захворюваність на окремі інфекційні хвороби (гострі кишкові інфекції; черевний тиф і паратифи А, В, С; сальмонельозні інфекції; вірусний гепатит; грип та гострі інфекції верхніх дихальних шляхів; скарлатина; дифтерія; кашлюк; правець; кір) становила 6782436 випадків [7]. Причому 97% цих випадків налічували грип та гострі інфекції верхніх дихальних шляхів. Такі «екзотичні» хвороби як черевний тиф,



дифтерія і правець склали всього 36 випадків. Ті 3%, що залишилися, були переважно: кишкові інфекції, сальмонельоз, вірусний гепатит, скарлатина, кашлюк, кір. Отже, смертність населення від інфекційних хвороб (а по суті, від грипу) склала загалом 8964 випадки. Враховуючи, що кількість населення України в 2018 році становила 42,4 млн. осіб, ризик захворіти на інфекційні хвороби (передусім грип) $R = 6782436/42,4 \times 10^6 = 1,6 \times 10^{-1}$. А померти від них: $R = 8964/6782436 = 1,3 \times 10^{-3}$.

Це означає, що з кожного десятка людей протягом року заражалось і хворіло 1...2 людини (екстремальний ризик). При цьому помирало 1...2 людини з кожної тисячі хворих (дуже високий ризик).

Як бачимо, ризик підхопити коронавірус менше, ніж захворіти на грип у 35 разів: $1,6 \times 10^{-1} / 4,5 \times 10^{-3}$ (мабуть завдяки карантинним обмеженням). Але ризик смертельних наслідків у тих, хто захворів на COVID-19, перевищує смертельні наслідки грипу більш ніж у 18 разів:

$$2,2 \times 10^{-2} / 1,3 \times 10^{-3} = 18,3.$$

Отже, гостра респіраторна хвороба COVID-19, спричинена коронавірусом SARS-CoV-2, справді підступна та небезпечна. А дії влади стосовно запровадження певних обмежень і протиепідемічних заходів цілком адекватні. І людству, швидше за все, доведеться вчитися жити з COVID-19, як воно привчилося жити з грипом. І навчитися знижувати ризик зараження цим вірусом до прийнятних значень. Інакше жертв буде більше...

ЛІТЕРАТУРА

1. Судьба цивилизации. Путь разума / Н. Н. Моисеев. — Москва: Яз. рус. культуры, 2000. — 223 с.
2. Національний класифікатор України. Класифікатор надзвичайних ситуацій ДК 019:2010. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/ST001982.html.
3. Міністерство охорони здоров'я України. Оперативна інформація щодо поширення COVID-19. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://moz.gov.ua/article/news/operativna-informacija-pro-poshirennja-koronavirusnoi-infekcii-2019-ncov2>.
4. Лисиченко Г. В. Природний, техногенний та екологічний ризики: аналіз, оцінка, управління / Г. В. Лисиченко, Ю. Л. Забулонов, Г. А. Хміль. — Київ: "Наукова думка". — 2008. — 542 с.
5. Смирнов В. А., Дикань С. А. Безпека життєдіяльності. Університетський курс: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. — Вид. 2-ге, перероб. і доп. — Полтава: ТОВ «АСМІ», 2014. — 349 с.
6. Державна служба статистики України «Чисельність наявного населення України на 1 січня 2020 року», Київ, 2020 р. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://database.ukrcensus.gov.ua/PXWEB2007/ukr/publ_new1/2020/zb_chuselnist%202019.pdf.
7. Статистичний щорічник України за 2018 рік. — Житомир. — 2019 р. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2019/zb/11/zb_yearbook_2018.pdf.



ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА ЛИТЕЙЩИКОВ

Лазаренков А.М., Иванов И.А.

Белорусский национальный технический университет
(г. Минск, Беларусь)

Анализ травматизма ставит задачу установить закономерности возникновения несчастных случаев, которому всегда предшествуют те или иные отклонения от нормального хода производства, которых особенно много наблюдается в литейных цехах. Безопасность и безвредность условий труда определяют две группы факторов: производственно-технические (организационные, технические, факторы производственной среды) и человеческие или, как их принято называть, психофизиологические факторы. При анализе производственного травматизма необходимо учитывать весь комплекс факторов, определяющих условия труда на производстве.

При исследовании производственного травматизма в литейных цехах основными показателями являются коэффициент частоты $K_{\text{ч}}$ и коэффициент тяжести $K_{\text{т}}$ травматизма. Анализ производственного травматизма проводился в литейных цехах, выбранных в качестве объектов исследований. Были определены коэффициенты частоты и тяжести травматизма, выявлено распределение несчастных случаев по участкам цехов, по профессии, возрасту и стажу работы пострадавшего, времени происшествия, характеру повреждения, причинам и травмирующему фактору.

Исследование производственного травматизма в литейных цехах показало, что уровень его еще высок. Основные показатели в 1,54 – 2,2 раза превышают общезаводские. Средние значения коэффициентов частоты $K_{\text{ч}}$ и тяжести $K_{\text{т}}$ травматизма имеют наибольшие величины в литейных цехах массового производства, что объясняется наиболее высоким уровнем механизации и автоматизации и наиболее неблагоприятными условиями труда, так как воздействие факторов производственной среды в течение всей рабочей смены приводит к утомлению, снижению работоспособности, ослаблению внимания, замедлению реакций и тем самым способствуют возникновению травмоопасных ситуаций. Отмечается тенденция к снижению значений коэффициента частоты в литейных цехах с любым характером производства, что говорит об эффективности проводимой работы по снижению показателей травматизма. Коэффициент тяжести травматизма имеет в основном тенденцию к возрастанию, так как с увеличением уровня механизации производства травмирование работающих машинами и механизмами приводит к более серьезным последствиям, что особенно наглядно видно в цехах массового производства.

Как уже отмечалось выше, вредные производственные факторы снижают работоспособность трудящихся, повышают утомляемость, притупляют внимание и тем самым способствуют возникновению травмоопасных ситуаций.



Данные о неблагоприятных факторах производственной среды коррелируют с количеством несчастных случаев. Проведенные исследования показали, что наибольшее количество несчастных случаев по месту их происхождения приходится на обрубной, формовочный и плавильно-заливочный участки. Особо следует отметить обрубной участок литейных цехов массового производства, где отмечается высокий процент травм несмотря на более высокий уровень механизации. Однако на этом участке имеется значительное количество работ, выполняемых вручную (навешивание и съём отливок с подвесных конвейеров, обрубка, зачистка ручным инструментом, погрузка в тару и т.д.) при высокой напряженности труда в неблагоприятных условиях (значительные уровни шума, вибрации, повышенная запыленность). Также обращает внимание и высокий уровень травматизма в цехах мелкосерийного производства, где высокая доля ручного труда, связанного с подготовкой кокилей, набором, переноской и заливкой жидкого металла вручную, извлечением отливок. И все эти физически напряженные работы выполняются в условиях высоких тепловых потоков и температур, повышенного шума и запыленности воздуха. На плавильно-заливочных участках литейных цехов мелкосерийного производства отмечается более высокий процент несчастных случаев по сравнению с цехами массового производства, что объясняется, несмотря на более благоприятные условия труда, заливкой форм чаще всего на плацу, где невозможно предусмотреть все меры предосторожности.

Изучение распределения травм по стажу работы пострадавших показало, что в литейных цехах основное количество несчастных случаев приходится на рабочих со стажем работы до 3 лет. Высокий уровень травмирования работающих со стажем до одного года (в среднем более 20%) говорит о том, что в литейных цехах имеет место высокая текучесть кадров. Особенно это проявляется в литейных цехах серийного и мелкосерийного производства, где отмечается самый высокий процент травмируемых со стажем работы в цехе до одного года при возрасте 22 – 24 года и низкой квалификации (ученик, 1-2 разряды). Аналогичное положение отмечается и в других цехах. Так в литейных цехах массового производства количество пострадавших низкой квалификации составляет 23,3%, серийного – 37,4% и мелкосерийного – 59,6%.

Рассмотрение времени происшествия несчастных случаев показало, что в литейных цехах в первую смену происходит около 60 % всех случаев, во вторую – около 25% и в третью – около 15%.

Высокий уровень травматизма в первой декаде месяца обусловлен отсутствием четкого ритма работ, недостаточной загруженностью, которые притупляют внимание работающих. Большое количество несчастных случаев в конце месяца, а также в конце года связано с повышенной напряженностью труда, приводящей к хроническому накоплению усталости, что ведет к ослаблению внимания, применению неправильных и опасных приемов.

Анализ данных о времени происхождения несчастных случаев указывает на увеличение числа травм в жаркое время года (на июнь – август приходится около 30% всех травм). Это связано с тем, что температура воздуха на многих



участках значительно превышает комфортную, недостаточно интенсивно осуществляется воздухообмен производственных помещений. Кроме того следует учитывать и морально-психологический настрой работающих в летний период. То есть личностные факторы работающих, которые в настоящее время не учитываются при расследовании несчастных случаев, оказывают определенное влияние на показатели травматизма.

Изучение причин травматизма в литейных цехах показало, что более 70 % случаев происходит по организационным причинам, таким как нарушения технологических процессов (29,3% в цехах массового производства, 21,4% в цехах серийного и 17,5% в цехах мелкосерийного производства), недостатки в обучении и инструктировании работающих безопасным приемам труда (соответственно 22,7, 18,9 и 15,6%), нарушение правил техники безопасности (соответственно 14,8, 22,4 и 29,3%), неудовлетворительная организация и содержание рабочих мест, проходов, проездов (соответственно 5,6, 12,4 и 17,2%). По техническим причинам происходит около 15% от всех травм. При этом определяющими среди них являются конструктивные недостатки, порождающие отказы, аварии, преждевременный выход машин из строя и отсутствие блокировок, средств защиты.

Более детальное изучение актов показало, что санитарно-гигиенические факторы при расследовании несчастных случаев учитываются недостаточно или практически не учитываются. Действительно, плохие метеоусловия, шум, вибрация, недостаточное освещение, запыленность и загазованность воздушной среды сравнительно редко могут быть непосредственной причиной травм. Однако, все эти факторы отрицательно воздействуют на организм работающего, приводят к повышенному утомлению, замедлению защитных реакций, нарушению координаций движений, способствуя тем самым совершению ошибочных действий и возникновению травм. По материалам дополнительного расследования несчастных случаев и исследования условий труда в литейных цехах предприятий установлено, что по санитарно-гигиеническим причинам в действительности происходит до 8% травм. В ряде публикаций отмечается, что пятая часть всех травм происходит по психофизиологическим причинам, определяемых личностными показателями пострадавших, которые в настоящее время при расследовании несчастных случаев никаким образом не учитываются. А это говорит о том, что необходимо осуществлять строгий профотбор при приеме на работу в литейные цеха.

На основании статистической обработки экспериментальных данных по травматизму была получена линейная регрессионная модель, связывающая коэффициент частоты и причины несчастных случаев

$$K_{\text{ч}} = -56,4 + 0,67X_1 + 0,53X_2 + 0,93X_3 + 2,68X_4,$$

где X_1 – технические причины, X_2 – организационные, X_3 – психофизиологические, X_4 – санитарно-гигиенические причины.

Как видно из полученной зависимости достаточно сильное влияние на частоту травм оказывают условия труда и личностные данные работающих.



Коэффициент множественной регрессии равен 0,94.

Изучение результатов исследования травмирующих факторов по литейным цехам с различным характером производства показало, что существенного различия в их распределении не наблюдается. Отмечается более высокий процент таких факторов как приспособления, инструменты, транспортное, грузоподъемное и термическое оборудование.

Поэтому проблему обеспечения безопасности труда и сохранения здоровья литейщиков необходимо решать комплексно с учетом всех факторов, определяющих условия труда, на основе модернизации литейного оборудования с учетом выявленных конструктивных недостатков, расширения сферы использования манипуляторов и роботов при выполнении тяжелых и опасных ручных операций, значительного улучшения условий труда, особенно работающих на формовочных, плавильно-заливочных и обрубочно-очистных участках, постоянного внимания организационным мероприятиям и строгого профотбора работающих для литейного производства.

Также, что немаловажно на современном этапе, необходимо периодически проводить с работающими психокоррекцию, поскольку постоянные отрицательные эмоции (тяжелые условия труда – шум, вибрация, запыленность и т.д., незнание ситуации и ее последствий) могут вызвать невротические состояния. Поэтому каждый работник должен иметь личный алгоритм выхода из той или иной ситуации, в том числе и аварийной. Кроме того, у них должна быть карта здоровья относительно тех объективных экологических условий, где они пребывают. Каждый работник должен точно знать, как он поведет себя при изменении ситуации или в случае аварии. У работников служб охраны труда должна быть характеристика здоровья каждого участка или цеха в целом. Они должны знать функциональные резервы по здоровью структурных подразделений.



МОЖЛИВОСТІ ЗУБОУТВОРЕННЯ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС ГЛОБОЇДНИХ ПЕРЕДАЧ ПРИ ІНДИВІДУАЛЬНОМУ РЕМОНТІ

Луценко М.М.

Національний університет будівництва та архітектури
(м. Харків, Україна)

Хворост М.В.

Національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
(м. Харків, Україна)

На сьогодні набули розповсюдження черв'ячні глобоїдні передачі в різних галузях промисловості. Особливо це стосується тих машин і апаратів, де обмежені габарити, а необхідно передавати велику потужність. Ці передачі на відміну від циліндричних черв'ячних передач мають значно більший кут обхвату, а значить і більшу несучу здатність.

В процесі експлуатації часто виходить з ладу зубчаста пара (глобоїдний черв'як - черв'ячне глобоїдне колесо). Більший знос спостерігається на черв'ячному глобоїдному колесі, тому частіше при відновленні цієї зубчастої пари доводиться виготовляти тільки черв'ячне глобоїдне колесо.

Класична технологія виготовлення любих черв'ячних коліс полягає в тому, що необхідно використовувати черв'ячні фрези (ріжучий інструмент) з основними параметрами, які аналогічні як і у черв'яка, що підлягає ремонту з зубоутворенням на зубофрезерному верстаті.

Особливістю черв'ячних глобоїдних передач є те, що ділильна поверхня черв'яка – ділильний глобоїд, який утворений обертанням навколо вісі черв'яка дуги кола [1] виключає можливість виготовлення навіть спрощеної фрези з параметрами аналогічними як і у глобоїдного черв'яка, тому що для виготовлення такої фрези потрібні спеціальні верстати або модернізований токарний верстат.

Нарізання тільки черв'ячного глобоїдного колеса рекомендується [2] здійснювати за допомогою летючих різців у разі ремонту, які моделюють самі крайні точки зубців черв'ячної фрези. Різці встановлюють на відстані діаметра профільного кола з певним вильотом їх із головки. Нарізання здійснюється на зубофрезерному верстаті аналогічно нарізанню черв'ячною глобоїдною фрезою, однак для кожного типу редуктора (певний діаметр профільного кола) необхідна своя (інша) головка з летючими різцями, що викликає додаткові витрати у разі індивідуального ремонту. Вказаний спосіб зубоутворення черв'ячного глобоїдного колеса передбачає наявність зубофрезерного верстата і здатність ремонтного підприємства виготовляти ріжучий інструмент типу фрези-летючки. Однак використання фрез-летючок для глобоїдних передач не завжди можливо, тому що величина профільного кола задається тільки в залежності від міжосьової відстані і не враховується кут обхвату і різці необхідно встановлювати не паралельно, а по дотичній до профільного кола.

Пропонується алгоритм перерахунку кута обхвату для забезпечення паралельності встановлення різців на профільному колі.



При нарізанні глобоїдних черв'ячних коліс нормальною глобоїдною черв'ячною фрезою впадини зубців мають профілі з двома кутами нахилу витків:

- максимальним, який відповідає осьовому перетину;
- мінімальним, який відповідає перетину крайніх точок витків черв'яка.

Тому отримати таку двопрофільну впадину при використанні фрез-летючок з двома паралельними різцями можливо при двопереходному нарізанні.

Показано на конкретному прикладі як виконується нарізання на 1^{му} і 2^{му} переходах. В результаті утворюється двопрофільна впадина зуба, практично, аналогічна тій, що нарізається черв'ячною глобоїдною фрезою та забезпечує необхідну надійність і довговічність.

ЛІТЕРАТУРА

1. Зубчатые передачи. Справочник. Под ред. Е.Г. Гинзбурга. Ленинград: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1980. – 416 с.
2. Журавлёв В. Л. Технология изготовления глобоидных передач. М.: Машиностроение, 1965. – 152с.



РОЛЬ КАПИТАНА И ВАХТЕННЫХ ПОМОЩНИКОВ ПРИ СБОРЕ ДОКАЗАТЕЛЬСТВ В ПРАВОВЫХ СПОРАХ

Ляшенко В.Г.

Херсонский морской колледж рыбной промышленности
(г. Херсон, Украина)

Ляшенко Б.В., Абрамов Г.С.

Херсонская государственная морская академия
(г. Херсон, Украина)

Вступление. Правовые споры, затрагивающие морские суда, это лишь малая часть среди большого количества присущих морскому транспорту рисков. Успех судовладельца при ведении этих дел в большой степени зависит от качественных доказательств с судна. При наличии соответствующей информации и документов претензии обычно регулируются быстро, избегая затяжных пререканий и прогрессирующих судебных расходов. При попадании претензии в суд или арбитраж судьи и арбитры придают большое значение документам и другим соответствующим доказательствам, представленным со стороны судна. Если будут предъявлены хорошие, ясные и методические записи, судьи и арбитры придут к заключению, что на этом судне царил "морской" порядок и вероятное заключение будет в их пользу.

Несколько лет назад группа юристов и специалистов по страховым делам, занимающихся морским транспортом, пришла к заключению о невозможности получить доказательства, которые необходимы для успешного ведения дел. Одной из причин отсутствия таких доказательств можно выдвинуть то, что судовые специалисты, не по собственной вине, часто не знают, какие доказательства требуются, а еще чаще не представляют для чего они нужны.

Основная часть. В каждом случае, когда возникает инцидент, касающийся судна, и который угрожает дать повод для судебного процесса, капитан готовит рапорт. Когда судебный процесс неизбежен, рапорт приобретает доказательное значение для всех участников этого процесса. В данном случае речь идет о том, является ли рапорт капитана доступным, для всех участников процесса или он становится так называемым привилегированным документом.

Английские арбитражи и суды руководствуются тем, что каждый участник процесса представляет доказательства для поддержки своих утверждений. Применяется общее правило, заключающееся в том, что стороны должны обнародовать и представить все, относящиеся к делу документы. Под обнародованием понимается сообщение о существовании этих документов. Под представлением понимается возможность всех желающих ознакомиться с этими документами.

Исключением из данного правила является то, что привилегированные документы не подлежат представлению (это же относится и к обнародованию).



В законодательстве некоторых других стран правила представления документов бывают более строгими, чем в Англии.

Рапорт капитана имеет прямое отношение к судебному процессу и может быть использован другими участниками процесса в качестве доказательства, но только в том случае, если он не является привилегированным. Рапорт может быть привилегированным на основании правового профессионального преимущества или на том основании, что он является самообвиняющим документом.

Правовое профессиональное преимущество. Правовое профессиональное преимущество возникает в результате необходимости воспользоваться услугами юриста для сбора доказательств и исследования обстоятельств дела без боязни затронуть интересы клиента. Вся корреспонденция между юристом и его клиентом является привилегированной (не доступной третьим лицам), если она написана юристом или юристу для получения правового совета или помощи. Рапорт капитана является защищенным от представления, если он написан капитаном по поводу инцидента, который может дать повод судебному процессу, и если он написан для получения юридического совета и адресован только юристу судовладельца.

Недавно вошла в практику необходимость снабжать рапорта по аварийным случаям следующими словами: "конфиденциальный рапорт для информации юриста компании (пароходства). Рапорт написан для получения квалифицированной консультации по поводу текущего или ожидаемого процесса".

Такая надпись сама по себе еще не является защитой от обнародования документа, так как решающим фактором будет считаться причина, согласно которой документ приготовлен, и из этого следует, считается ли он привилегированным или нет. Если рапорт капитана имеет такую надпись, он должен направляться прямо к юристу судовладельцев". Если копия рапорта направляется, например, Пи энд Ай клубу или службе эксплуатации пароходства (для исключения повторения подобной проблемы в будущем), рапорт приобретает привилегированность только в случае, если удовлетворяет следующим требованиям:

1. Документ появляется на свет для получения юридической консультации по поводу "судебного процесса в перспективе".
2. Единая или, по меньшей мере, главная причина появления этого документа - направление его юристу.

Второй пункт этого требования выполнить затруднительно, так как во время написания рапорта сразу после инцидента капитан, как правило, не адресует его юристу. Однако, и в случае возможного адресования рапорта юристу, суды могут прийти к заключению, что рутинно приготовленный документ не получит привилегированности от обнародования.

Даже несмотря на возможность того, что рапорт капитана не получит привилегированности ввиду того, что его подготовка может оказаться рутинной, все же рапорт капитана, написанный сразу после инцидента, является ценным



документом. Такой рапорт позволит судовладельцам и их юристам получить полный отчет о событиях касательно инцидента и позволит им в полной мере подготовиться к процессу.

Указанная ценность рапорта превышает возможный риск быть использованным, как доказательство, другими участниками процесса.

Имея в виду, что содержание рапорта капитана будет известно всем участникам процесса, необходимо при его составлении ограничиваться только объективными фактами инцидента. Капитан должен, по возможности, воздержаться от своего мнения о причинах случая. При расследовании причин инцидента мнение капитана невозможно переоценить, однако это мнение будет играть роль в свое время и поэтому оно не должно быть включено в его рапорт. Капитан должен воздерживаться от дискуссии по обстоятельствам инцидента в рейсовом отчете судовладельцу, так как содержание этого документа будет, вероятнее всего, известно всем участникам процесса.

Повреждение, потеря и недостача груза. Очень часто возникают проблемы по поводу обязательств, которые ложатся на перевозчика в связи с транспортировкой грузов морем. Контракты, по которым перевозятся грузы, определяют, в общих чертах, обязательства и ответственность перевозчика (под этим термином почти всегда понимают судовладельца). По отношению к любому рейсу могут быть задействованы несколько договоров. В некоторых случаях условия этих договоров совпадают, а в некоторых случаях могут быть противоречивыми.

Чартер и коносамент часто представляют собой два отдельных договора по отношению к одному рейсу. Капитан никогда не должен предполагать, что чартер к делу не относится, потому что выписан коносамент, или наоборот, коносамент не имеет силы, так как судовладельцами подписан чартер. При возникновении проблем на капитана и судовладельца ложится обязанность представить доказательства, что они добросовестно выполняли условия обоих договоров.

Иногда проблемы могут возникнуть из-за местной практики, которая не позволяет капитану выполнить его обязательства по этим договорам. Полномочия, дающие капитану право по договору выполнять какие-либо действия, могут соответствовать закону страны, где договор заключен, но оказаться недозволенными в стране, где это действие должно быть выполнено. Например, в стране, где заключен договор, может считаться обычным, что стивидоры подчиняются контролю со стороны капитана. Однако, в порту погрузки или выгрузки капитан может оказаться не в состоянии проводить в жизнь этот контроль, так как здесь стивидоры подчиняются только администрации порта.

Поэтому очень важно, чтобы капитан был знаком со всеми условиями договоров в отношении данного рейса, а также практикой и правилами, которые повлияют на выполнение этих договоров. Капитан может получать информацию о договорах от судовладельца и фрахтователей, а информацию о местных



обычаях от местных агентов судовладельца и корреспондентов клубов взаимного страхования.

Международные конвенции, в частности, Гаагские правила и Правила Висби пытаются найти общий подход к некоторым базовым спорным вопросам, касающимся морских грузов. Несмотря на то, что эти правила одобрены многими странами, местное их толкование может быть различным. Поэтому важно для капитана получить советы от судовладельца и их местных агентов для выяснения любых неясностей. В большинстве договоров о морских перевозках предусматривается соблюдение Гаагских правил и Правил Висби (разница между ними по части перевозок не имеет практического значения). Обязательства и ответственность, согласно этим правилам, ложатся на перевозчика.

Рапорт капитана. Рапорт капитана должен содержать следующую информацию:

1. Данные о капитане: фамилия капитана, домашний адрес, номер домашнего телефона, возраст и дата рождения, квалификация, дата и место выдачи диплома, с какого времени плавает, с какого времени плавает на данном судне.

2. Данные о судне: название судна, порт приписки, флаг, тип судна, например, твиндечный балкер, ОВО и т.д., груз, наибольшая длина судна, ширина судна, осадка по летнюю марку, валовая вместимость, чистая вместимость, грузоподъемность по летнюю марку, класс судна, количество трюмов и люков, тип люковых крышек, расположение двойного дна, балластных танков и пиков (с приложением эскиза, если необходимо), тип и марка главного двигателя, расположение мерительных трубок льял (с приложением эскиза, если необходимо), расположение танков двойного дна, мерительных и воздушных трубок (с приложением эскиза, если необходимо),

Имеющиеся на судне навигационные приборы: гиро/магнитный компас, репитеры на крыльях, радиолокатор (дальность действия и тип), декка/лоран, радиопеленгатор, прибор спутниковой навигации, эхолоты, курсограф, радиооборудование, включая УКВ, анемометр, другие приборы. Комплектность судна.

3. Данные о предыдущем переходе до порта погрузки: груз предыдущего рейса, погодные условия, использование балласта, состояние трюмов перед погрузкой (имели ли место работы, проделанные командой, по зачистке трюмов), была ли проверена работоспособность балластного насоса на переходе перед погрузкой, были ли отпрессованы балластные танки на переходе перед погрузкой.

4. Данные о погрузке: название порта погрузки, дата прибытия, название причала погрузки, время подхода к причалу, фамилии представителей судовладельца, если посещали судно, фамилии сюрвейеров, если посещали судно, и отметка, кого они представляю; род груза, были ли получены специальные инструкции по свойствам груза и о методах погрузки, если да, то от кого; средства погрузки (судовые или береговые, грейферы, элеватор и т.д.).



5. Порядок погрузки: дата и продолжительность погрузки, количество груза, перерывы, был ли организован счет груза, если да, то кем (агентом судна, агентом фрахтователя, агентом грузоотправителя или судном), проблемы, возникавшие во время погрузки.

6. Данные о креплении, укладке и штивке: были ли получены специальные инструкции, если да, то от кого, были ли использованы береговые рабочие или средства, если да, то какие фирмы были задействованы, был ли использован сепарационный материал, если да, то кем предоставлен, вид материала, кем выполнена штивка, кем выполнено крепление груза, данные о количестве и размерах использованных тросов (с приложением схемы крепления), данные расчетов по осадке до и после погрузки, были ли штурманские расписки оспорены, кем изданы коносаменты, были ли они оспорены и совпадают ли со штурманскими расписками (если нет, то почему?) данные о закрытии грузовых люков, когда и кем они были закрыты, возникали ли какие-нибудь проблемы при этом.

7. Данные о переходе с грузом на борту (следующая информация включается в рапорт капитана, если она не приведена в выписке из судового журнала или в судовом журнале)

- дата выхода из порта назначения, скорость и предполагаемый маршрут,
- периоды штормовой погоды с указанием методов определения скорости ветра (например, по наблюдениям за поверхностью моря с помощью анемометра),

- изменения курса и скорости и причины их изменения,
- состояние моря по шкале Бофорта,
- повреждения, нанесенные палубным механизмам и оборудованию (если имеются),

- потери палубных механизмов и оборудования (если имеются),
- частота приема прогноза погоды и их точность,
- были ли использованы рекомендации океанской проводки или другие подобные службы,

- было ли судно в контакте с другими судами, если да, то название такого судна,

- распределение балласта при выходе в рейс и изменения его распределения в течение перехода,

- производили ли открытия люков, если да, то по какой причине и когда,
- периоды вентиляции груза и в каких трюмах,
- фиксировались ли ниже перечисленные показания если да, то как часто:
 - температура груза;
 - замеры льял;
 - температура забортной воды;
 - температура наружного воздуха.

8. Данные о выгрузке -

- название порта выгрузки и время прибытия судна в порт,



- определение количества груза по осадке на приход,
- название причала выгрузки и время подхода к причалу.
- фамилия сюрвейера, посетившего судно,
- фамилия суперкарго, посетившего судно,
- название судового агента,
- были ли получены специальные инструкции о методах выгрузки, если да, то от кого,
- тип судовых или береговых средств, использованных при выгрузке,
- даты и время периода выгрузки,
- количество выгруженного груза,
- был ли организован счет груза, если да, то кем (агентом судна, фрахтователя, грузоотправителя или со стороны судна),
- возникали ли проблемы во время выгрузки,
- была ли использована береговая рабочая сила, если да, то от какой фирмы.

9. Данные о потере, недостатке или повреждении груза -

- время поступления первого сообщения о потере, недостатке или повреждении груза и от кого,
- была ли произведена совместная проверка, если да, то названия участвующих сторон, их представители, дата проверки, где был выгружен и куда складировали груз,
- была ли сделана попытка отсепарировать поврежденный груз от неповрежденного и если да, то как это было сделано,
- был ли примененный метод согласован с судном и если нет, то был ли заявлен протест,
- сколько времени потеряно судном в результате сепарирования груза, находился ли выброшенный за борт груз на палубе и если да, то его количество, погода во время выгрузки.

Если груз был поврежден из-за недостатков упаковки, то в чем выразилось несовершенство упаковки, что повлияло на повреждение груза (несовершенное оборудование, вид сепарационного материала, метод укладки, крепления или общее обращение с грузом).

Выводы. Капитан и другие офицеры не могут заменить адвокатов, сюрвейеров и других консультантов при сборе доказательств, но их роль имеет исключительное значение.

Во-первых, они могут оказать большую помощь адвокатам, сюрвейерам и другим консультантам, направляемым на судно судовладельцами и страховщиками для расследования инцидентов. После происшествия может пройти значительный промежуток времени до того, как адвокат или сюрвейер сможет появиться на борту судна. В течение этого времени ценная информация может быть уничтожена или безвозвратно утеряна, однако капитан и офицеры могут до прибытия адвокатов и сюрвейеров собрать всю необходимую информацию и документы. Кроме того, они могут опросить свидетелей сразу после инцидента, пока память еще свежа. Содействие капитана и офицеров



значительно облегчит задачу адвокатов и сюрвейеров, сэкономит время и придаст уверенность, что все возможное сделано для проведения расследования.

Во-вторых, в течение обычного рейса случается много незначительных инцидентов и споров, которые впоследствии могут и не превратиться в претензии. Однако расходы при развитии таких случаев по вовлечению адвокатов и других консультантов бывают непропорционально большими, по сравнению со спорными суммами, и поэтому неэкономичными. Кроме того, если суммы претензии сравнительно низкие, они имеют тенденцию к росту и могут в дальнейшем составить значительную сумму. Поэтому информация, собранная непосредственно капитаном и офицерами, может играть большую роль при ведении этих дел.

Наконец, приобретенные знания по разного рода доказательствам, необходимым для защиты от претензии, расширяют кругозор о потенциальных проблемах, которые имеют место на судах и тем самым призывают капитана и офицеров к повышенной осторожности при судовождении.



ДІЇ СУДНОВОДІЯ З МІНІМІЗАЦІЇ УШКОДЖЕНЬ І ТЯЖКИХ НАСЛІДКІВ ПРИ НЕМИНУЧОМУ ЗІТКНЕННІ СУДЕН

Ляшенко В.Г.

Херсонський морський коледж рибної промисловості
(м. Херсон, Україна)

Ляшенко Б.В., Абрамов Г.С.

Херсонська державна морська академія
(м. Херсон, Україна)

Вступ. Зіткнення суден є одним з найнебезпечніших аварійних випадків, що відбуваються в мореплаванні, які можуть призвести до пошкодження або загибелі декількох суден з їх вантажем, екіпажем і пасажирями.

Не дивлячись на те, що історії торгового мореплавання відома відносно невелика кількість зіткнень суден, які призводили до їх повного затоплення, і супроводжувались людськими жертвами, втратою вантажу та інших матеріальних цінностей, що знаходилися на судах, - резонанс цих видів аварій був надзвичайно гучним і широким.

Зіткнення пасажирського порома і танкера в районі Філіппін призвело до загибелі більше, ніж чотирьох тисяч чоловік. Це є найбільшою в історії мореплавання катастрофою за кількістю жертв.

Серед усіх видів морських аварій зіткнення суден свідчать про серйозні проблеми в підготовці судноводіїв та організації руху суден в різних районах світового океану, де здійснюються морські торговельні перевезення.

Крім прямої фізичної шкоди, одержуваної судами при зіткненнях, цей вид аварій часто супроводжується пожежами, затопленням великої кількості відсіків кожного із суден і іншими серйозними наслідками, які не дозволяють проводити ефективні рятувальні операції.

Пошкодження суден при зіткненнях веде до втрати їх остійності, непотоплюваності, плавучості, порушення інших морехідних якостей і, в кінцевому рахунку, може призвести до втрати кожного з об'єктів зіткнення.

Значущість наслідків, які можуть мати зіткнення морських суден для загальної безпеки морського судноплавання, привела до необхідності створення та прийняття всіма країнами спеціальних правил попередження зіткнення суден у морі (МППСС 72).

Основна частина. Підготовка капітанів і старших помічників морських суден щодо дій в надзвичайних ситуаціях, включаючи зіткнення морських суден, отримала спеціальну вимогу в Конвенції ПДМНВ 78/95. Згідно з цією Конвенцією всі судноводії повинні вміти професійно здійснювати: «Дії, які повинні вживатися, якщо зіткнення неминуче, і після зіткнення або при погіршенні водонепроникності корпусу, який стався з якої-небудь причини».

Відповідно до міжнародних норм капітан кожного з суден, що зіткнулися, зобов'язаний надати допомогу іншому судну, якщо він зможе зробити це без



серйозної небезпеки для свого судна, екіпажу і пасажирів і повідомити йому назву, порт приписки свого судна, порти відправлення і призначення.

Відповідно до Конвенції СОЛАС-74, заходи, які повинні проводити капітани суден, що зіткнулися, повинні, перш за все, бути спрямовані на порятунок пасажирів і екіпажу найбільш пошкодженого судна.

При цьому слід враховувати те, що пасажирів і екіпаж можуть бути позбавлені можливості ефективного порятунку власними силами, внаслідок часткової або повної втрати основних морехідних якостей судна, яке отримало значні пошкодження в результаті зіткнення.

Жахливим прикладом такої загибелі людей було зіткнення суден «Адмірал Нахімов» і «Петро Васєв» 31 серпня 1986 року, коли внаслідок затоплення великої кількості відсіків, після зіткнення, пасажирський лайнер «Адмірал Нахімов» втратив остійність і затонув протягом декількох хвилин, забравши з собою більше 400 життів пасажирів і членів екіпажу.

Існуюча підготовка судноводіїв має своєю основною метою недопущення зіткнень судів, як виду аварій на морі.

На жаль, ймовірність цього виду морських катастроф не є нульовою, вона зберігається і необхідна спеціальна підготовка капітанів і вахтових помічників, яка б дозволила визначити правильні дії і заходи, спрямовані на зниження наслідків аварій морських суден в тих випадках, коли зіткнення неминуче і безпосередньо після зіткнення, як це вимагається новою редакцією Конвенції ПДМНВ -78.

Основна небезпека для суден після зіткнення пов'язана з пошкодженням їх корпусів, появою водотечі, затопленням значної кількості відсіків і, як наслідок, можливою втратою основних морехідних якостей пошкодженого судна – остійності і плавучості. Це може привести до швидкого затоплення судна і, як наслідок, неможливості порятунку його пасажирів і екіпажу.

Тому основне завдання судноводія перед неминучим зіткненням – докласти всіх зусиль, спрямованих на те, щоб наслідки зіткнення були мінімізовані і виявились найменшими для кожного з суден, що зіткнулись, або найменшими в сукупності.

Найбільш важливою морською якістю судна, яке отримало пошкодження корпусу в результаті зіткнення, є остійність. Підтримка остійності судна, яке отримало істотні пошкодження корпусу в результаті зіткнення необхідно, перш за все, для порятунку його пасажирів і екіпажу.

Порушення іншого морехідного якості – плавучості судна, внаслідок наявності водотечі через пробойни пошкодженого корпусу відбувається набагато повільніше, ніж втрата остійності. Це пов'язано зі значним запасом плавучості сучасних суден. Загибель судна від втрати плавучості може відбуватися протягом багатьох годин, як правило, цілком достатніх для порятунку пасажирів і екіпажу. За цей час до аварійного судна можуть підійти інші судна для надання йому необхідної допомоги.



Затоплення лайнера «Михайло Лермонтов» від втрати плавучості відбувалося протягом шести годин, що дало можливість ефективно врятувати пасажирів і екіпаж судна власними силами.

Катастрофа морського порому «суперкарго» в районі Філіппін також наочно продемонструвала значні можливості по збереженню плавучості пошкодженого судна. За цей час можуть бути повністю евакуйовані всі пасажирів і частина екіпажу аварійного судна і організовані ефективні заходи з його порятунку.

Тому основні заходи, які повинен здійснювати судноводій перед неминучим зіткненням з іншим судном, повинні бути спрямовані на те, щоб мінімізувати наслідки зіткнень для обох суден, що пов'язані з втратою їх остійності. Найбільш швидко втрата остійності судна внаслідок прийому забортної води через пошкодження корпусу відбувається при значній величині пробоїни, її «невдалому» розташуванням по довжині судна, що включає пошкодження машинного відділення (МО) і близько розташованих до нього відсіків судна, значної протяжності і глибини ушкодження, отриманого внаслідок зіткнення.

Пошкодження корпусу судна, отримані при зіткненні, залежать від початкової швидкості суден, кута під яким відбувається їх зіткнення, швидкості, яку мають судна після зіткнення при русі по інерції, міцності корпусу кожного з суден, наявності водонепроникних перегородок, подвійного борту і багатьох інших факторів.

Найбільш суттєві обставини, на які може вплинути судноводій прямо перед зіткненням і від яких істотно залежить розмір одержуваних пошкоджень корпусу, пов'язані з маневруваннями, які застосовує судноводій безпосередньо перед зіткненням.

Правильне і грамотне виконання маневру «останнього моменту» здатне мінімізувати розміри отримуваних ушкоджень та інші наслідки зіткнення.

Питання, пов'язані з рухом двох тіл до і після зіткнення і аналіз розмірів, отримуваних в результаті ушкоджень, розглядає теорія удару як розділ теоретичної механіки. При певних припущеннях основні закономірності теорії удару можуть бути застосовні і до розгляду механізму зіткнень суден в морі. Розглянемо ситуацію зіткнення двох суден з позиції положень теорії удару.

Кожне з суден, що зіштовхуються (рис. 1), має певні маси – m_1 і m_2 і має швидкості - v_1 і v_2 перед зіткненням.

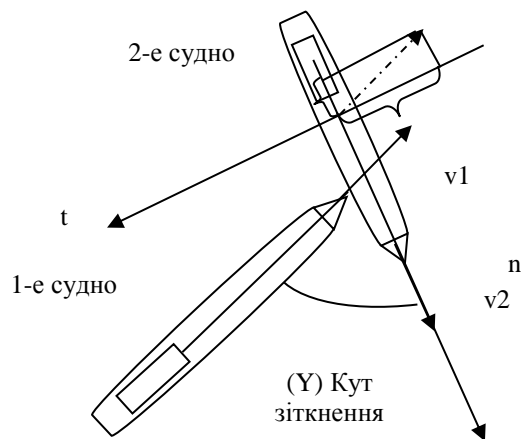


Рисунок 1. Зіткнення двох суден з позиції теорії удару

Введемо в розгляд осі координат n і t , пов'язані з другим судном, тобто з тим з суден, яке може отримати удар форштевнем іншого судна і отримати найбільші пошкодження після зіткнення.

Розташуємо координатну вісь n по носу другого судна, а вісь t по правому борту другого судна. Будемо розглядати дане зіткнення суден з позиції теорії косоного удару.

Тоді рівняння руху центрів мас відповідно першого і другого судна записуються в наступному вигляді:

$$\begin{aligned} m1\ddot{x}_1 &= P_t(t), m2\ddot{x}_2 = P_t(t), \\ m1\ddot{y}_1 &= P_n(t), m2\ddot{y}_2 = P_n(t), \end{aligned} \quad (1.1)$$

де $P_t(t)$, $P_n(t)$ - проекції ударного імпульсу на координатні осі n і t .

Інтегруючи рівняння (1.1) в межах часу зіткнення отримуємо:

$$\begin{aligned} m1(v1'_t - v1\sin Y) &= P_t \\ m1(v1'_n - v1\cos Y) &= P_n \\ m2(v2'_t - v2_t) &= P_t \\ m2(v2'_n - v2_n) &= P_n \end{aligned} \quad (1.2)$$

де $v1_t$, $v2_t$, $v1'_t$, $v2'_t$ - проекції швидкостей руху на вісь t першого і другого судна до і після зіткнення (поперечні швидкості);

$v1_n$, $v2_n$, $v1'_n$, $v2'_n$ - проекції швидкостей руху на вісь n першого і другого судна до і після зіткнення (поздовжні швидкості);

Y - кут зіткнення суден. Та

$$\begin{aligned} \bar{P}_n &= \int_0^{t^*} P_n(t) dt \\ \bar{P}_t &= \int_0^{t^*} P_t(t) dt \end{aligned} \quad (1.3)$$

Введемо в розгляд наступні визначення:



$$k_n = \frac{v1'_n}{v2'_n} \quad (1.4)$$

$$k_t = \frac{v1'_t}{v2'_t}$$

де k_n - коефіцієнт поздовжнього зіткнення; k_t - коефіцієнт поперечного зіткнення.

Після перетворення отримаємо:

$$\begin{aligned} v1'_n &= \frac{m1v1\cos Y + m2v2_n}{m1 + m2 k_n} \\ v2'_n &= \frac{m2v2 + m1v1\cos Y}{m1k_n + m2} \\ v1'_t &= \frac{m1v1\sin Y}{m1 + \frac{m2}{k_n}} \\ v2'_t &= \frac{m1v1\sin Y}{m1k_n + m2} \end{aligned} \quad (1.5)$$

Згідно з положеннями теорії удару, руйнування, які отримують судна після зіткнення, пропорційні швидкостям руху суден, які вони отримують після зіткнення. При цьому поздовжня швидкість, одержувана обома суднами після зіткнення, призводить до збільшення ширини пробоїни найбільш ушкодженого судна (пов'язаного з осями координат n і t). Поперечна швидкість обох судів після зіткнення призводить до збільшення глибини пробоїни найбільш ушкодженого судна (рис.2).

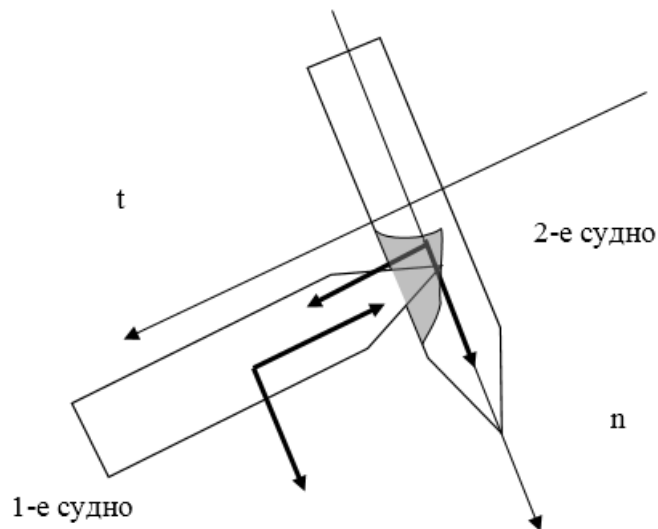


Рисунок 2. Поперечна швидкість обох суден після зіткнення

Розподіл відносних величин ушкоджень, які отримує кожне з суден після зіткнення при $k_n = 1$; $k_t = 1$ представлено на Рис. 3. До зіткнення судна мали швидкості $v1 = v2 = 5 \text{ м / с}$ і $m1 = m2 = 20000 \text{ т}$.

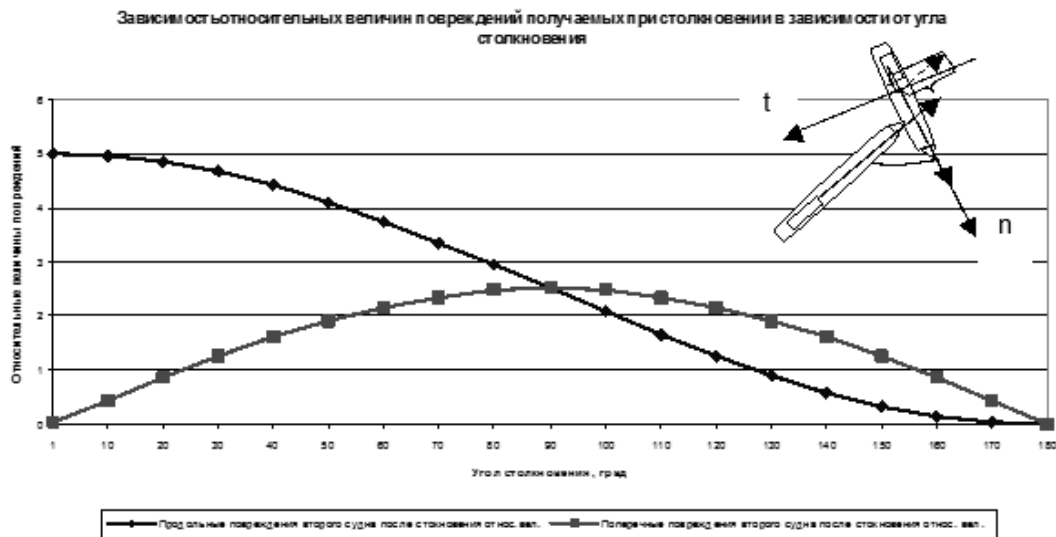


Рисунок 3. Розподіл відносних величин ушкоджень, які отримує кожне з суден після зіткнення

Як видно з результатів розрахунку, представленого на Рис.3 поздовжні і поперечні пошкодження, одержувані обома судами після зіткнення, мають характерні точки мінімумів і максимумів в залежності від кута зіткнення суден (Y).

Отже, судноводій має можливість маневруванням власного судна (зміною кута зіткнення Y) безпосередньо перед зіткненням змінювати розміри пошкоджень, які отримують обидва судна.

Це відкриває певні можливості для пошуку найбільш оптимальних маневрів судна для мінімізації наслідків зіткнень суден і навчання судноводіїв як це вимагається Конвенцією ПДМНВ 78/95.

Основними умовами ефективного маневрування судноводія перед неминучим зіткненням є можливість швидкої зміни курсу і швидкості судна безпосередньо перед ударом. Це дозволить ефективно здійснити маневр «останнього моменту» для того, щоб мінімізувати наслідки аварій для обох із суден.

Можливість здійснення маневру зміни курсу і швидкості руху для мінімізації наслідків аварії обумовлена ефективністю засобів управління судна і його рухово-рульового комплексу на всьому протязі маневрування.

Ефективність здійснення маневру «останнього моменту» залежить від того, яке маневрування здійснювалося до його виконання і чи здатні засоби управління судном швидко змінити курс і швидкість.

Якщо безпосередньо перед зіткненням судно, в якості маневру вживало реверс, то в процесі його виконання судно значно втрачає керованість. Час втрати керованості залежить від того, чи обладнане судно гвинтом фіксованого кроку або гвинтом регульованого кроку (ГФК або ГРК), від того, як судно здійснює маневр реверсування судна, чи не робить судно в процесі гальмування інших маневрів по зміні роботи свого рухово-рульового комплексу («відштовхувальні» режими роботи гвинта) і т.п.



Втрата керованості судна в процесі реверсування позбавляє його можливості використовувати маневр курсом судна з метою зміни кута зіткнення суден (Рис. 3) і мінімізації наслідків зіткнення суден.

В цьому випадку, основним завданням судноводія для подолання небезпечних наслідків неминучого зіткнення, стають заходи, які забезпечать відновлення керованості і маневреності судна безпосередньо перед зіткненням.

У разі, якщо попереднім маневром був реверс судна, відновлення керованості судна, можливо при перекладі режиму роботи рушіїв з положення «Повний назад» (під час реверсування рушіїв) в положення «Повний вперед». Це дозволить отримати позитивну швидкість і силу на кермі судна від рушія і дасть можливість змінювати курс судна для запобігання небезпечних наслідків зіткнення.

Переключення органів управління руховим комплексом судна з положення «Повний назад» в положення «Повний вперед» в процесі реверсу не призводить до швидкого збільшення швидкості судна, і воно продовжує свій рух по інерції гальмування. Однак, цей маневр здатний утворити необхідні потоки на кермі судна для збільшення його ефективності.

Висновки. У разі, якщо судноводієм вживаються дії щодо зниження наслідків зіткнення, робляться одночасно реверс руховим комплексом і переключення керма, то переключення керма повинна бути здійснена до того моменту, коли рушії почнуть працювати на задній хід. Послідовність дій повинна бути наступною: «Переключення керма, потім -« Повний назад ». Це дозволить керму судна почати зміну курсу, до того моменту, поки робота рушіїв на задній хід перекриє його від потоку, що набігає і кермо стане неефективним.

При використанні в якості маневру «останнього моменту» зміни курсу і швидкості судна слід уникати пошкодження у судна кормових відсіків, де розташоване машинне відділення і гвинто-рульовий комплекс.

Після зіткнення найбільш ефективним способом збереження їх остійності буде підтримка положення судів в «зчепленому» стані. Найбільш небезпечним для пошкодженого судна буде вихід з його пробойни бульба або носової частини іншого судна.



AUTOMATIC EVALUATION OF SKILL OF CONTROLLING SHIP IN NAVIGATION SIMULATOR

Mateichuk V., Zinchenko S., Nosov P.
Kherson State Maritime Academy
(Kherson, Ukraine)

Recently, simulators have been widely used to develop the skills of manually operating a ship. Their main value is the reliability and realism of the physical processes that are modeled in the system. Multifunctional navigation simulators provide training for marine cadets, advanced training and special training for seafarers. This is very important to reduce the impact of the human factor in the maritime industry [1].

Such navigation simulators shall comply with all the training requirements laid down in the International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers 1978/95 (STCW - 78/95, part A-I, II, IV).

The navigation training complex typically consists of software and hardware that are integrated into the network to share information about navigation conditions, control signals, radio communications, and more.

The modern navigation simulator enables instructors to provide supervised training in practical skills in evaluation simulated visual and radar information on an external surface situation, use radio communication equipment, use navigation and ship technical aids and controls located on the ship's bridge. The teacher can create tasks of any complexity and to use a wide selection of elements of the training session, which allows to create various scenarios.

The use of navigation simulators is a very effective way to acquire the skills of ship handling, because the training equipment saves on the cost of fuel and other consumables compared to a real vessel. At the same time, there is no risk of an accident with real ships in case of human error.

The events of the training session during the training session are recorded on the server. The instructor can review the progress of the exercise after training to evaluate the cadet's ship handling skills.

Navigation simulators are used to develop the skills of manual ship control. The NTPro 5000 Navigation Simulator is installed at the Kherson State Maritime Academy, which is certified by certificates for compliance with the standards of training equipment by world registers and classification organizations (Det Norske Veritas Germanischer Lloyd, Bureau Veritas, Lloyd's Register, American Bureau of Shipping, Russian Sea Navigation Register).

As a rule, the software of such navigation simulators does not automatically allow the cadets to be evaluated, and the instructor needs to watch the log of the exercise after the lesson or to observe the exercise during the lesson to manually assess the ship's controlling skills. In the case when eight navigational bridges are simultaneously involved in the exercise, it is impossible to control in detail the passage



of the exercise by all cadets. To evaluate the ship's controlling skills, it is important to automate the process of controlling exercise and calculating results.

Considering all the above, it is necessary to create software to automatically evaluate the navigation skills during exercise in the navigation simulator, which would allow you to create an algorithms and method for evaluating exercises and automatically evaluate these exercises online during the lesson [2].

Fig. 1 presents a block diagram of the Navigation Simulator Navi Trainer 5000 together with integrated software for evaluation of ship controlling skills, navigation simulator modules 1-10 are shown below the local area network (LAN) and additionally include a module with automatic evaluation software.

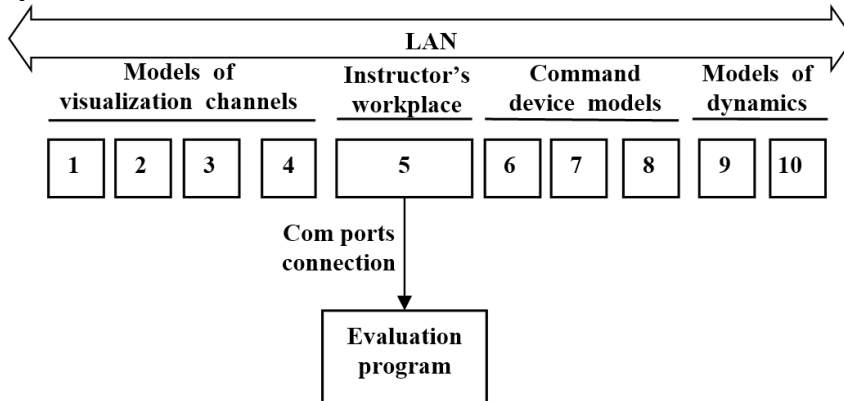


Figure 1. Structural diagram of the navigation simulator Navi Trainer 5000 with integrated software

Information is exchanged between the Navi Trainer 5000 simulator and automatic evaluation software via Com port using the NMEA Navi Trainer 5000 simulator interface [3]. We can use navigation information from different navigational devices of navigational bridge simulator using the NMEA interface.

Automatic evaluation software is written in C# programming language. Fig. 2 shows the interface of the automatic evaluation software, consisting of the area of choice of saved configurations for various exercises, the area of setting the maximum estimation parameters, the area of adjustment of the estimation parameters, the area of the results of the exercise and the area of the output of the exercise history (log).

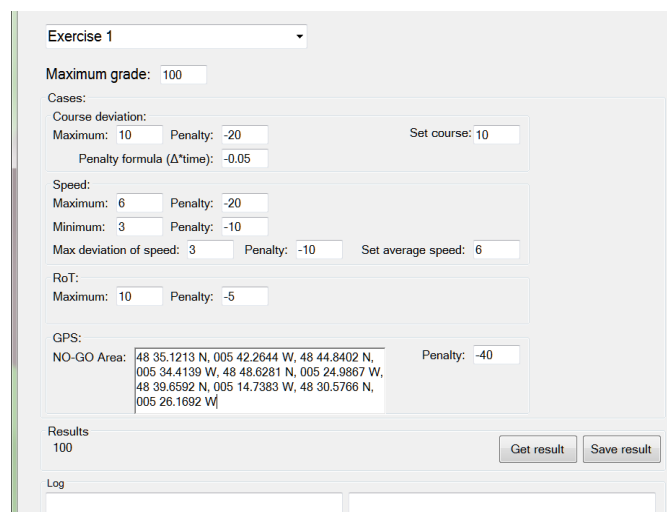


Figure 2. Interface of the automatic evaluation software



In Automatic evaluation software implemented a list of important limitations for the exercise performing [4].

The functional limitations of this automatic evaluation software in the course are restrictions on exceeding the maximum deviation from the set course and permanent penalty for deviation from the set course. It is useful in the case of the task of steering a ship on a given course.

The functional limitations of this automatic evaluation software in speed are restrictions on exceeding the maximum speed, reducing the speed below the set minimum and deviating more than specified from the set average speed. It is useful in the case of a port maneuvering task where it is necessary to set the maximum speed of the vessel or prohibit the speed reduction below the minimum value to preserve the maneuverability of the ship.

Functional limitations of this automatic evaluation software on angular velocity are restrictions on exceeding the maximum angular velocity. It is useful in the case of the task of maneuvering the ship in a parallel position.

Functional limitations of this automatic evaluation software according to GPS parameters are restrictions of crossing a prohibited zone. This is useful if there is a NO GO Area at the exercise location, as shown in Fig. 3 [5]. Such zones may be polygons with different numbers of vertices.

Verification of the correctness of the automatic evaluation software was conducted during the lessons using the simulator equipment.

One of the experiments tested the conduct of the exercise for the passage of the Panama Canal by container ship with a displacement of 32 thousand tons. For the automatic evaluation of the ship's controlling skills, a limitation on vessel speed (maximum, minimum and average), a limitation of the angular speed of the vessel, and a limitation on crossing the NO-GO Area in the area of the Gatun reservoir were selected (Fig. 3).

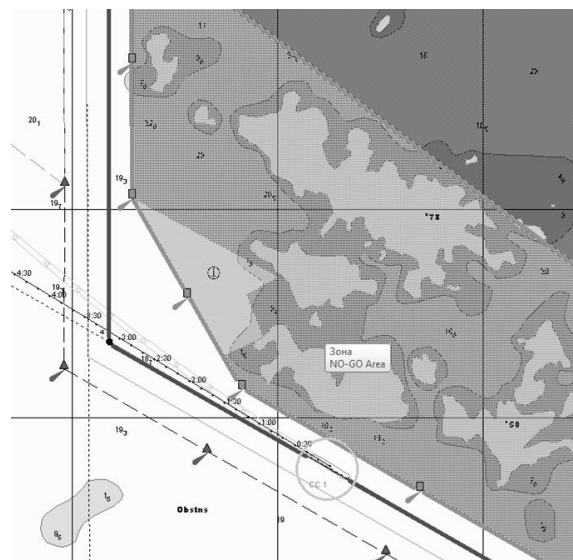


Figure 3. NO-GO Area on the electronic chart in the area of the Gatun reservoir



During the exercise, two rules were violated, exceeding the maximum speed of the vessel and a slight exceeding of the maximum angular speed of the vessel. Score after exercise was 85 points out of a maximum of 100 points.

The experiment showed the possibility of using software for automatic evaluation of skill of controlling ship in navigation simulator during lessons using the equipment of the NTPro 5000 navigation simulator.

REFERENCES

1. Apostol - Mates, R., Barbu, A. (2016). Human error – the main factor in marine accidents. *Naval Academy Scientific Bulletin*, 19(2), DOI: 10.21279/1454-864X-16-I2-068.
2. Yurzhenko, A. Y. & Popova, H. V. (2019,12-15 June). Competency framework as an instrument to assess professional competency of future seafarers. *Proc. 15 th Int. Conf. ICTERI 2019: Main Conference, Kherson, Ukraine*, 1, 409-413.
3. Zinchenko, S. M., Nosov, P. S., Mateichuk, V. M., Mamenko, P. P. & Grosheva, O. O. (2019, 24-28 April). Use of navigations simulators for development and testing ship control systems. *Materials of the International scientific and practical conference dedicated to the memory of professors Fomin Yu. Ya. and Semenov V. S. (FS – 2019), Odessa – Istanbul – Odessa*, 350-355.
4. Sellberg, C. Simulators in bridge operations training and assessment: a systematic review and qualitative synthesis. *WMU J Marit Affairs* 16, 247–263 (2017). <https://doi.org/10.1007/s13437-016-0114-8>.
5. Porathe T and Bentzen M. B. (2015) Human Factors in e-Navigation: a study of Dynamic NoGo Area Visualization in Electronic Nautical Charts. *International Conference of Advanced Intelligent Maritime Safety and Technology A-MAST 2015*.



ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ЩО ХАРАКТЕРИЗУЮТЬ БЕЗПЕЧНУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ ТРАНСПОРТНИХ ДИЗЕЛІВ

Маулевич В.О., Шумило О.М., Варбанець Р.А., Клименко В.Г.

Одеський національний морський університет

(м. Одеса, Україна)

Завдання, поставлене практикою експлуатації транспортних дизелів, полягає в необхідності розробки та вдосконалення методів контролю основних параметрів робочого процесу [1], що дозволяють здійснювати ефективну діагностику технічного стану транспортних дизелів в процесі експлуатації.

Вирішення цієї наукової задачі полягає в розробці методів визначення основних параметрів робочого процесу шляхом аналізу індикаторних діаграм і вібродіаграм паливної апаратури високого тиску за методикою, яка застосовується в системах DEPAS D4.0H [2]. В якості основних завдань дослідження можна виділити наступні:

- визначення фази початку згоряння в робочому циліндрі з урахуванням шумів, що виникають при чисельному диференціюванні даних;
- визначення частоти обертання колінчастого валу без використання апаратних датчиків на маховику дизеля;
- визначення затримки самозаймання палива шляхом аналізу індикаторних діаграм і вібродіаграм вприскування палива;
- визначення середнього індикаторного тиску методом прирощених обсягів по індикаторній діаграмі з уточненим аналізом середнього тиску на елементарній ділянці;
- визначення індикаторної потужності циліндрів з використанням отриманих раніше значень частот обертання колінчастого валу і середніх індикаторних тисків.

Для визначення основних параметрів робочого процесу пропонується використовувати тільки аналіз визначених під час експлуатації індикаторних діаграм і вібродіаграм паливної апаратури високого тиску. Причому необхідно враховувати, що при чисельному диференціюванні багаторазово підвищується рівень шумів, пов'язаний з похибками вимірювання сигналів і їх дискретним поданням. Вплив шумів при аналізі першої похідної значно підвищує похибку визначення параметрів, пов'язаних з нею. Визначення параметрів, пов'язаних з аналізом похідних вищих порядків, взагалі неможливо без застосування спеціальних методів цифрової фільтрації. Методи визначення основних параметрів робочого процесу транспортних дизелів в умовах експлуатації, які застосовувалися раніше [3], не дозволяють досить ефективно вирішувати ці завдання. Повинні бути розроблені нові методи або вдосконалені існуючі, що становить суть актуальної наукової проблеми, вирішенню якої присвячена дана робота.



ЛІТЕРАТУРА

1. Рабочие процессы судовых дизелей / [И. В. Возницкий, С. В. Камкин, В. П. Шмелев, В. Ф. Осташенков]. – М.: Транспорт, 1979. – 206 с.
2. Варбанец Р. А. Мониторинг рабочего процесса судовых дизелей в эксплуатации / Р. А. Варбанец, В. Г. Ивановский // Двигатели внутреннего сгорания. Научно-технический журнал. – Харьков, 2004. – № 2 (5). – С. 138–141.
3. Возницкий И. В. Контроль и диагностика технического состояния судовых дизелей / И. В. Возницкий. – М.: В/О Мортехинформреклама, 1984. – 233 с.



ДОДЕКАБОРИДИ РІДКІСНОЗЕМЕЛЬНИХ МЕТАЛІВ – НОВІ ПЕРСПЕКТИВНІ МАТЕРІАЛИ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУВАТИМУТЬ БЕЗПЕКУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА ЖИТТЄДІЯЛЬНІСТЬ НА КОСМІЧНІЙ ТЕХНІЦІ І СУДНОПЛАВСТВІ

Одінцов В.В.

Херсонський морський інститут післядипломної освіти імені контр-адмірала Ф.Ф. Ушакова
(м. Херсон, Україна)

Проблеми безпеки життєдіяльності існують не тільки в земних умовах при роботі машин і механізмів, виконанні різних технологічних процесів, а і при створенні космічної техніки і засобів судноплавства. При цьому неocenимую роль відіграють матеріали з комплексом специфічних властивостей – тугоплавкість, стійкість у агресивних середовищах (розжарені гази, кислоти та їх суміші, радіоактивне випромінювання) тощо. До таких матеріалів можна віднести додекабориди рідкісноземельних металів зі структурою типу UB_{12} . Це ізоморфні фази – YB_{12} , TbB_{12} , DyB_{12} , HoB_{12} , ErB_{12} , TmB_{12} , YbB_{12} , LuB_{12} , ZrB_{12} , UB_{12} . Вони характеризуються високою електропровідністю $(12\div 13) \cdot 10^{-8}$ Ом·м, теплопровідністю $(20 \div 40)$ Дж/м·К, температури плавлення $2400 - 2900$ К, середній коефіцієнт теплового розширення $(5,2 \cdot 6) \cdot 10^{-6}$ К⁻¹, стійкі до дії кислот та їх сумішей (стоять навіть у киплячих кислотах), мають високу поглинальну здібність нейтронів та радіоактивного випромінювання, надто тверді ($2400-3200$ кг/мм²), зносостійкість така як у класичних керамік при пластичності як у сталі [1].

В космічній техніці додекаборидні фази можуть використовуватися як чисті з'єднання так і входити до складу композиційних матеріалів з наповнювачами з цих фаз.

Використання додекаборидних фаз та композитів з їх вмістом може покращити термоізоляцію, захист від опромінення корпусів ракет, самих космічних секцій, станцій тощо.

Ці ж матеріали можуть бути використані при здійсненні забезпечення електроенергією космічних апаратів. Один з перспективних напрямків цього створення і використання для вироблення електроенергії з допомогою атомних реакторів (проблема захисту, відведення тепла) [2].

Створені з використанням наповнювачів з додекаборидів рідкісноземельних металів композитні матеріали можуть бути використані і в суднобудуванні: антикорозійні покриття корпусів суден, корпусів котлів; покриття поверхонь гвинтів, деталей, що працюють в агресивних середовищах, (лопатки газових турбін, наприклад) тощо.

ЛІТЕРАТУРА

1. Одінцов В. В. Додекабориди рідкісноземельних металів. – Київ, 1992. – 55 с.
2. Иосифьян А. Г. Электротехника в космосе. Серия космонавтика, астрономия. – Знания. №11. – 1979. – 64 с.



ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБЛЕННЯ МЕТАЛОПОЛІМЕРНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ ЕКРАНУВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ

Панова О.В.

Київський національний університет будівництва і архітектури
(м. Київ, Україна)

Тихенко О.М.

Національний авіаційний університет
(м. Київ, Україна)

Розробленню та дослідженню захисних властивостей матеріалів для екранування електромагнітних полів приділяється багато уваги. Це можна пояснити підвищенням електромагнітного навантаження на виробниче середовище (обладнання, персонал) та довілля [1]. Зокрема, спостерігається тенденція збільшення амплітуд та розширення частотного спектра електромагнітних полів.

Найбільш перспективними засобами захисту є композиційні матеріали. Їх перевагами є керованість коефіцієнтами екранування за рахунок зміни концентрацій екрануючої субстанції у матеріалі основи та товщини матеріалу. Але головною проблемою є складність технології виготовлення композитів та їх висока вартість, що є проблемою для практичного застосування таких матеріалів для облицювання поверхонь великих площ.

Процес вдосконалення і створення матеріалів для екранування електромагнітних полів обов'язково повинен враховувати сучасні техногенні тенденції змін спектра і величини електромагнітного навантаження на організм людини. Актуальність цього питання першочергово зумовлює частотний діапазон експериментальних досліджень. Більшість таких матеріалів є полімерами з вмістом екрануючої субстанції – металів, феритів, карбону. У роботі [2] досліджено ефективність матеріалу з полімерною матрицею та рівномірно розподіленими у ній феритовими частинками. Недоліком такого матеріалу є недостатня ефективність у високочастотній частині електромагнітного спектра. Неefективність щодо електромагнітного поля промислової частоти обумовлена великими розмірами екрануючих частинок. Відомо, що ефективність екранування як низькочастотних, так і високочастотних електромагнітних полів, зростає з підвищенням дисперсності екрануючого наповнювача. У дослідженні й розробці [3] наповнювачем є нанокарбон. Але вартість такого матеріалу дуже велика для облицювання поверхонь, а для вироблення одягу непридатна полімерна основа. Це ж стосується і дослідження [4], в якому основою нанокompозиту є поліпропілен. Перспективним є насичення волокон матеріалу феромагнітними наночастинками, що теоретично обґрунтовано у [5], але не надано експериментальних даних. Але для засобів колективного захисту – облицювання стінових та стельових поверхонь, екранування окремих електричних та



електронних пристроїв найбільш ефективними є металополімерні матеріали. У роботі [6] показано, що додавання у процесі виготовлення латексу залізорудного пилу дає змогу отримати матеріал з великими коефіцієнтами екранування магнітного поля промислової частоти та електромагнітного поля ультрависокої частоти. Але прийнятні коефіцієнти екранування досягаються за товщини матеріалу 5–10 мм. Як показано у роботі структурними дослідженнями, підвищення якості матеріалу можливе за рахунок більш рівномірного розподілу екрануючих частинок. Відомий метод оброблення матеріалів ультразвуком, що сприяє підвищенню їх фізико-механічних властивостей. У роботі [7] показано підвищення міцності металевих матеріалів під впливом ультразвукового випромінювання. Наведене свідчить про можливість підвищення якості металополімерних матеріалів за рахунок ультразвукової обробки вихідних сумішей.

Проведений аналіз дозволяє дійти висновку, що вдосконалення матеріалів для екранування електромагнітних полів доцільно здійснювати у двох напрямках. Перший – підвищення якості металотекстильних матеріалів для виготовлення засобів індивідуального захисту. Другий – підвищення захисних властивостей та зменшення масогабаритних параметрів металополімерних матеріалів для виготовлення засобів колективного захисту.

Мета роботи – розроблення технології вироблення металополімерного матеріалу для екранування електромагнітних полів.

Для вироблення металополімерного матеріалу у якості полімера обрано стандартний харчовий латекс NRL виробництва «Vytex» (USA), а у якості екрануючої субстанції використовувався залізорудний концентрат, отриманий методом флотації на Полтавському гірничозбагачувальному комбінаті (Україна). Склад концентрату – Fe – 72–73 %, FeO, Fe₃O₄ – 8–20 %. Середня дисперсність 150–200 мкм. Вимірювання ефективності матеріалу (коефіцієнтів екранування) електромагнітного поля наднизьких частот виконувалися за допомогою каліброваного аналізатора електромагнітного спектра Spectran NF 5035 (Німеччина) згідно інструкції з експлуатації. Максимальна основна похибка вимірювань не перевищувала 1%. Для визначення коефіцієнтів екранування електромагнітних полів ультрависокої частоти використовувався калібрований вимірювач щільності потоку енергії ПЗ-31 (Російська Федерація) згідно інструкції з експлуатації. Максимальна основна похибка вимірювань не перевищувала 2,7 дБ. Вимірювання коефіцієнтів екранування здійснювалося для геометрично замкнених екранів, які повністю огортали вимірювальні антени. Фонові рівні напруженості електричного поля промислової частоти під час вимірювань не перевищували 10 В/м, магнітного поля – 0,1 А/м. Фонова щільність потоку енергії, у діапазоні частот 0,3–30 ГГц, не перевищувала 0,265 мкВт/см².

Як зазначалося, головною задачею підвищення якості матеріалу є рівномірність розподілу екрануючих частинок у об'ємі носія – рідкого латексу.



На першому етапі сухий концентрат залізної руди додавався у латекс (у даному випадку – 20% за вагою) та механічно перемішувався. Після цього суміш піддавалася ультразвуковій обробці. Перевагою такої обробки є великі амплітуди звукового тиску при малих енерговитратах. Для ультразвукової обробки використовувався генератор потужністю 80 Вт, амплітуда ультразвукових коливань складала 45–50 мкм. Обробка здійснювалася на частоті 23 кГц, що відповідає довжині хвилі приблизно 0,014 м.

Результати випробувань металополімерного щодо екранування магнітного та електричного поля наднизької частоти наведено на рис. 1.

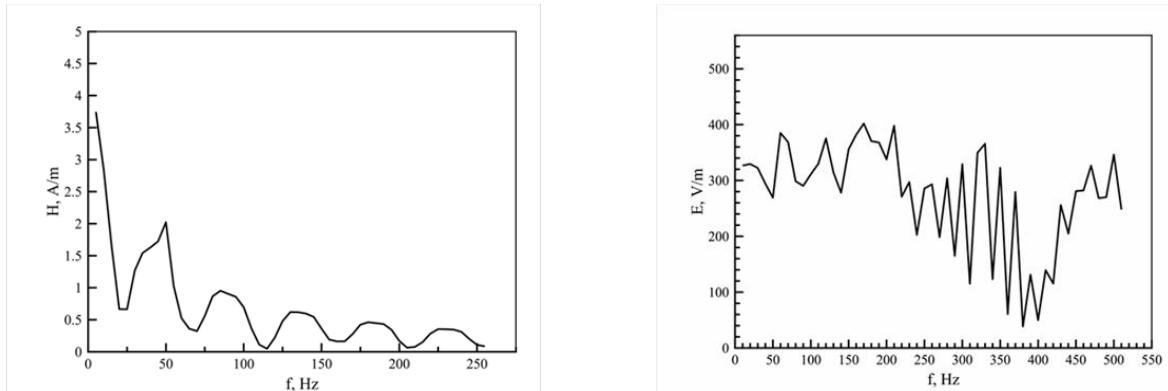


Рисунок 1. Екранування магнітного поля наднизької частоти металополімерним матеріалом

Як видно з наведених даних, магнітне поле частотою 50 Гц знижується металополімерним матеріалом у 3 рази, а електричне поле наднизької частоти гарантовано знижується металополімерним матеріалом у 2 рази.

Аналогічно визначено коефіцієнти екранування металополімерним матеріалом електромагнітного поля ультрависокої частоти (табл. 1).

Таблиця 1.

Екранування електромагнітного поля ультрависокої частоти металополімерним матеріалом

n	$S_f, \mu\text{W}/\text{cm}^2$	$S_s, \mu\text{W}/\text{cm}^2$	K_s
1	200–210	35–39	5,7
2	200–210	15–19	11,2

Наведені результати також можна вважати задовільними. Отримані матеріали можуть бути застосовані для захисту персоналу, що обслуговує радіотехнічні об'єкти, наприклад, аеродромів цивільної авіації та екранування окремих радіотехнічних пристроїв. В цілому за результатами досліджень розроблений металополімерний матеріал для екранування електромагнітних полів можна вважати широкодіапазонними.

Отже, відмінність від аналогів розробленої технології виготовлення металополімерного матеріалу, полягає у попередній обробці суміші залізородного концентрату й рідкого полімеру ультразвуковим випромінюванням частотою 23 кГц з амплітудами 45–50 мкм. Це дозволило



підвищити дисперсність залізорудної субстанції механічним впливом й забезпечити рівномірність розподілу частинок у полімері інтенсивним ультразвуковим перемішуванням.

Дослідження захисних властивостей металополімерного матеріалу показали, що коефіцієнт екранування магнітної складової електромагнітного поля промислової частоти та її гармонік складає 3. Коефіцієнт екранування електричної складової – 2. Коефіцієнт екранування електромагнітного поля ультрависокої частоти (2,45 ГГц) складає 5,7. Такі захисні властивості свідчать про можливість застосування матеріалу у якості засобів колективного захисту – облицювання поверхонь великих площ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Bandara P., Carpenter D.O. Planetary electromagnetic pollution: it is time to assess its impact. *The Lancet Planetary Health*. 2018. Vol. 2, Iss. 12. P. e512– e514. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(18\)30221-3](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(18)30221-3).
2. Patil N., Velhal N.B., Pawar R., Puri V. Electric, magnetic and high frequency properties of screen printed ferrite-ferroelectric composite thick films on alumina substrate. *Microelectronics International*. 2015. Vol. 32. Iss. 1. P. 25 – 31. DOI: <https://doi.org/10.1108/mi-12-2013-0080>.
3. Mondal S., Ganguly S., Das P., Khastgir D., Das N.C. Low percolation threshold and electromagnetic shielding effectiveness of nano-structured carbon based ethylene methyl acrylate nanocomposites. *Composites Part B: Engineering*. 2017. Vol. 119. P. 41–56. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2017.03.022>.
4. Yadav R. S., Kuritka I., Vilcakova J., Machovsky M., Skoda D., Urbanek P., Masar G., Kalina L., Havlica J. Polypropylene Nanocomposite Filled with Spinel Ferrite NiFe₂O₄ Nanoparticles and In-Situ Thermally-Reduced Graphene Oxide for Electromagnetic Interference Shielding Application. *Nanomaterials*. 2019. Vol. 9. P. 621. DOI: <https://doi.org/10.3390/nano9040621>.
5. Полевиков В. К., Ерофеев В. Т. Численное моделирование взаимодействия магнитного поля с цилиндрическим слоем магнитной жидкости. *Информатика*. 2017. № 2(54). С. 5 – 14. URL: <https://inf.grid.by/jour/article/view/207/209>.
6. Glyva V., Lyashok J., Matvieieva I., Frolov V., Levchenko L., Tykhenko O., Panova O., Khodakovskyy O., Khalmuradov B., Nikolaiev K. Development and investigation of protective properties of the electromagnetic and soundproofing screen. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. Iss. 6/5 (96). P. 54–61. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.150778>.
7. Гребенников М. А., Зиличихис С. Д., Стебельков И. А. Физика и технология упрочнения деталей в поле ультразвука. *Вестник двигателестроения*. 2013. № 1. С. 72 – 74. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fizika-i-tehnologiya-uprochneniya-detaley-v-pole-ultrazvuka>.



НАУКОВІ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ РОЗРОБКИ ІНТЕГРОВАНИХ ГІС ТИПУ INSPIRE

Палагін О.В., Васюхін М.І., Касім А.М.

Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України
(м. Київ, Україна)

Ефективність використання геоінформаційних систем в різних сферах людської діяльності визначається перш за все тим фактом, що близько 80% інформації, з якою стикається людина-оператор при вирішенні прикладних задач, має геопросторову прив'язку [1].

У перелік важливих задач, що стосуються сфери управління різнотипними рухомими об'єктами (як прикладної галузі застосування ГІС в межах наукових інтересів співавторів) входять: моніторинг і навігація рухомих об'єктів, аналіз та ідентифікація елементів змісту території моніторингу, оцінювання низки груп параметрів об'єктів, прогнозування, планування оточуючої обстановки тощо.

Склад наборів даних, необхідних для вирішення подібних задач, доцільно гармонізувати з вимогами європейської інфраструктури геопросторових даних INSPIRE. При цьому в інтересах задоволення користувацьких потреб в авторитетних, узгоджених і однорідних даних, основні дані необхідно доповнювати іншою, більш детальною, геоприв'язаною тематичною і статистичною інформацією.

Директиву 2007/2/ЄС Європейського парламенту та Ради Європи про створення інфраструктури для простору геоінформації в Європейському співтоваристві (INSPIRE) прийнято 14 березня 2007 року, опубліковано в офіційному бюлетені Європейського Союзу 25 квітня 2007 року, після чого вона вступила в силу 15 травня 2007 року [2]. Основною метою зазначеної директиви є створення нового єдиного підходу до обробки просторових даних у всіх країнах-членах ЄС.

Це рішення продиктовано тим, що раніше кожна країна-член ЄС використовувала вхідні дані відповідно до різних, часто недокументованих або недостатньо документованих специфікацій даних. Для обробки вхідних даних використовувались також різні методи з метою отримання більш-менш схожих відомостей, що мають відношення до діяльності в рамках ЄС, яка першопочатково орієнтувалася на екологічну специфіку.

Методологія, описана в директиві INSPIRE, спрямована на краще розуміння загальних вимог користувачів до даних. Виходячи з цих вимог, методологія зосереджена на розробці узгоджених специфікацій вхідних даних, побудованих таким чином, щоб всі вхідні дані з різних країн-членів мали однакові характеристики і принципово могли використовувати ті ж етапи обробки та отримання необхідної інформації [3-8].

INSPIRE – це інфраструктура простору геоінформації, яка створюється державами-членами з дотриманням наступних умов:



- просторові дані, які зберігаються, доступні та підтримуються на прийнятному рівні;
- просторові дані можна об'єднувати з різних джерел по всій спільноті в послідовному порядку і обмінюватися ними між різними користувачами та додатками;
- можливість розподіляти просторові дані, зібрані одним користувачем, між іншими учасниками процесу;
- просторові дані доступні для широкого застосування без додаткових обмежень;
- легко виявляти (знайти) доступні просторові дані, щоб оцінити їх придатність та дізнатись умови їхнього використання.

Виходячи з цих положень, Директива INSPIRE фокусується, зокрема, на п'яти ключових розділах:

- метадані;
- інтеперабельність наборів просторових даних і геосервісів (послуг, пов'язаних із просторовими даними) як можливість взаємодії та узгодження просторових даних та сервісів за окремими темами, які описано в додатках I, II, III до Директиви;
- мережні сервіси та технології;
- розповсюдження даних як заходи з обміну просторовими даними й сумісного використання сервісів;
- заходи з координації та моніторингу дій користувачів, постачальників даних і провайдерів послуг.

INSPIRE, в першу чергу, встановлює правову основу для створення та функціонування інфраструктури просторової інформації в Європі, не вдаючись до деталей технічної реалізації. Інфраструктура має сприяти розробці політики ЄС по відношенню до дій, які можуть прямо або посередньо впливати на навколишнє середовище.

Реалізація геоінформаційних систем управління рухомими об'єктами в різних предметних областях (ПрО) припускає не лише інформаційне забезпечення звичайними цифровими картами дрібних масштабів, а й потребує великомасштабних електронних карт. Як при глобальному, так і локальному типах моніторингу для успішного розв'язання ряду вказаних вище актуальних задач не можливо обійтися без якісних геопросторових даних відповідного тематичного змісту. В Україні на сьогодні найкращим засобом отримання таких даних при локальному моніторингу, який потребує великомасштабний ряд карт, є технологія Digitalis [6].

З метою уніфікації інфраструктури геопросторових даних українського сегменту в контексті INSPIRE нами пропонується сформувати та включити до її складу наступні основні компоненти:

- **набори базових геопросторових даних**, які є ядром інфраструктури та містять якісні і доступні дані загальногеографічного характеру про базові просторові об'єкти, що є основою для позиціонування інших об'єктів;
- **метадані** – використовуються для опису різних видів геоінформаційних ресурсів (цифрових векторних і растрових карт, файлів і баз



просторових даних, ортофотозображень, геоінформаційних веб-сервісів), які формуються з наборів базових геопросторових даних;

- **геопортали** – надають засоби пошуку, доступу й обміну геоінформаційними ресурсами за допомогою визначених каталогів метаданих та інших засобів, що ґрунтуються на міжнародних стандартах.

У міру накопичення різноманітних первинних і похідних геоінформаційних ресурсів, що спричинює дублювання зібраної інформації, постають задачі їх систематизації, структуризації та каталогізації.

Крім того, виникає питання організації процесів пошуку, отримання і надання великих обсягів даних, необхідних для розв'язання ряду прикладних задач.

Концепція геопорталів покликана уможливити вирішення проблеми вдосконалення багатокористувацького доступу до зростаючого обсягу геоінформації та інформаційних геосервісів. Портал, що розробляється, являє собою сервісно-орієнтовану програмну систему, яка забезпечує уніфікований доступ до інтегрованої інформації (на територію України або окремих регіонів), що зберігається в множині розподілених неоднорідних інформаційних джерел.

Портал структурує геопросторові дані, які в свою чергу виступають об'єктом інтегрування в глобальний інформаційний простір, і надає засоби для їх пошуку і навігації. Прикладами тематичних інформаційних шарів, що накладаються на базову геопросторову основу, можуть служити: характеристики території моніторингу, динаміка руху мобільних об'єктів, геолокація рухомих об'єктів за певний проміжок часу та ін.

Як наслідок, значні обсяги інформації, що інтегруються порталами, породили питання про підвищення якості обробки цієї інформації з точки зору семантичної інтеперабельності. Одним з підходів до вирішення даної проблеми є використання семантичних технологій, призначених забезпечити обробку інформації в геопорталах з урахуванням її семантики, яка диктується особливостями предметної області.

Тому методом формування списку профільних наборів даних для порталу є конструювання онтологій. Онтологія – це представлення формальною мовою, як-от XML, RDF, OWL, знань про обрану область інтересів у вигляді деякої концепції, яка виражається за допомогою визначення базових об'єктів або процесів, їх атрибутів, відношень між ними і накладених на них обмежень [3-5, 7, 8], які задаються у формі аксіом, правил виведення або функцій інтерпретації.

Процес концептуалізації змінюється специфікацією предметної області та завершується присвоєнням конкретних даних екземплярам виділених концептів.

Кожен просторовий об'єкт в наборі просторових даних має бути описаний в специфікації, що представляє семантику даних і характеристики типів просторових об'єктів в наборі даних [4].

Типи забезпечують не лише класифікацію просторових об'єктів, а й визначення серед іншої інформації тих властивостей, які об'єкт може мати (тематичні, просторові, часові, функціональні тощо), а також відомі обмеження (наприклад, координатна референтна система, яка може бути використана в наборі просторових даних). Ця інформація включається в схему додатка,



використовуючи мову концептуальної схеми, яка є частиною специфікації даних.

В результаті отримано *специфікацію даних*, яка забезпечує необхідну інформацію для інтерпретації просторових даних.

Набір просторових даних описується набором метаданих, що забезпечує підтримку виявлення (а в певній мірі також оцінку доцільності використання) просторових даних для конкретних цілей.

З метою створення набору метаданих нами запропоновано *онтологію даних*, яка виступає засобом різнобічної і детальної формалізації знань про дані за допомогою *концептуальної схеми*. До її складу входить опис структури даних, що містить визначення всіх релевантних класів об'єктів, їх взаємозв'язки і правила (аксіоми, обмеження), задані у предметній області набору даних.

Метадані на сервіси надають основну інформацію про програми, що надають послуги. Опис послуг включає в себе тип сервісу, опис операцій та їх параметрів, а також інформацію про географічну інформацію, доступну через пропоновані сервіси.

Для наведеної в [5, 8] методики онтологічного інжинірингу побудова функцій інтерпретації полягає в складанні глосарію термінів ПрО, які є вершинами онтографа ПрО. Такий глосарій складається на етапі попереднього аналізу ПрО, а на наступних етапах уточнюється і доповнюється. Причому, на етапі складання онтографа ПрО – враховується інформація (з визначень понять) про поняття та відношення між ними, а на етапі формування формалізованого опису – інформація про істотні ознаки, що характеризують поняття, яке визначається.

Сформовано глосарій термінів *статичної онтології квантів знань* в рамках вимог INSPIRE, яка є базою для створення динамічної онтології квантів знань інфраструктури геопросторових даних.

Інфраструктура просторової інформації – це метадані, набори та послуги просторових даних; мережні сервіси та технології; договори про доступ, використання та розповсюдження даних; механізми моніторингу та координації дій; процеси та процедури, описані в Директиві – застосовні або доступні.

Просторові дані – будь-які дані, для яких існує пряме або побічне посилання на конкретну точку землі або географічний район.

Набори просторових даних – ідентифікована колекція (множина) просторових даних.

Сервіси для просторових даних (геосервіси) – операції, які можуть бути виконані над просторовими даними, що містяться в наборах просторових даних, або над відповідними метаданими, шляхом виклику комп'ютерних прикладних програм.

Просторовий об'єкт – абстрактне представлення деякої сутності реального світу, пов'язаної з конкретним місцеположенням або географічною областю.

Метадані – інформація, що описує набори просторових даних та геосервіси, через які можливо їх виявлення, систематизація та використання.



Інтероперабельність (взаємосумісність) – можливість комбінування різних наборів просторових даних та взаємодії геосервісів без втручання операторів, призначена для отримання несуперечливих результатів і підвищення цінності даних та якості роботи сервісів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Васюхин М. И. Основы интерактивных навигационно-управляющих геоинформационных систем: монография / М. И. Васюхин. – К.: Лира-К, 2006. – 536 с.
2. Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE). – 180 с.
3. Палагін О. В. Шляхи формування та компоненти інфраструктури геопросторових даних українського сегменту в контексті INSPIRE (на прикладі аграрної галузі) / О. В. Палагін, А. М. Касим, М. М. Касим // Аерокосмічні спостереження в інтересах сталого розвитку та безпеки: матеріали доповідей П'ятої Міжнародної конференції: (м. Київ, 10 - 14 жовтня 2016 р.). – С. 57–60.
4. Величко В., Приходнюк В., Стрижак А., Марков К., Иванова К., Карастанев С. Построение таксономии документов для формирования иерархических слоев в геоинформационных системах // International Journal "Information Content and Processing", Volume 2, Number 2, 2015. – С. 181 –199.
5. Палагин А. В. Онтологическая концепция информатизации научных исследований / А. В. Палагин // Кибернетика и системный анализ. – 2016. – Т. 52, № 1. – С. 3 – 9.
6. Васюхин М. И. Средства построения крупномасштабных электронных карт для геоинформационных систем различного назначения / М. И. Васюхин, А. М. Касим, В. В. Долинный, М. М. Касим // Проблемы інформаційних технологій. – №2 (022). – 2017. – С.26–35. – DOI: <https://doi.org/10.35546/pit.v0i22.171>.
7. Павлов С. В., Ефремова О. А. Онтологическая модель интеграции разнородных по структуре и тематике пространственных баз данных в единую региональную базу данных // Онтология проектирования. – 2017. – Т. 7, № 3 (25). – С. 323 –333.
8. Palagin O. V., Qasem A. M., Tkachenko O. M., Kasim M. M. Information support for software projects of multidomain geoinformation systems using ontologies, agent-based and calcs technologies // Proceedings IX annual scientific conference «Information technology and automation – 2016» (Odessa national academy of food technologies, Odessa, October 11-14, 2016). – Одеса: ОНАХТ, 2016. – С. 22 – 24.



ПЕРЕВІРКА ГІПОТЕЗИ ЩОДО ВПЛИВУ КРОС КУЛЬТУРНИХ ЧИННИКІВ НА СТАВЛЕННЯ АВІАДИСПЕТЧЕРІВ ДО НЕБЕЗПЕК ПОМИЛОК

Рева О.М., Камишин В.В.

Український інститут науково-технічної експертизи та інформації
(м. Київ, Україна)

Невиніцин А.М., Шульгін В.А.

Льотна академія Національного авіаційного університету
(м. Кропивницький, Україна)

Насіров Ш.Ш.

Головний центр єдиної системи управління повітряним рухом AZANS
(м. Баку, Азербайджан)

На сьогодні загально визнана глобальна значущість для людства цивільної авіації (ЦА), що, природно, вимагає забезпечення належного рівня безпеки польотів (БП) в усіх напрямках застосування авіації, а отже розроблення єдиних і добре зрозумілих і прийнятних стандартів забезпечення цієї безпеки в процесі підготовки, забезпечення і виконання польотів тощо. Причому оскільки за статистикою щонайменше $\frac{2}{3}$ загальної кількості вильотів повітряних суден (ПС) у світі виконують в США і Західній Європі, де також розташовано й виробництво сучасних літаків, то ці регіони, зокрема існуючи в них професійні і зацікавлені групи, здійснюють суттєвий вплив на стандарти виконання польотів ЦА. Йдеться, наприклад, про професійну підготовку (ПП) персоналу, розроблення стандартних експлуатаційних процедур (SOP's), практику забезпечення БП, експлуатаційні стандарти тощо. Наведене може розглядатися, у тому числі, і скрізь призму впливу людського чинника (ЛЧ), який впродовж тривалого часу пояснює причини абсолютної більшості авіаційних подій і серйозних інцидентів. З іншого боку, особливості національної ментальності, соціокультурних, релігійних і регіональних традицій тощо також можуть вплинути на сприйняття і дотримання зазначених стандартів. Виникнення такого роду проблем розглядається ІКАО як вплив кроскультурних чинників на БП (табл. 1) [1].

Спираючись на поточну парадигму БП ІКАО [2], досвід досліджень [3-5 та ін.] вкажемо на можливість дослідження кроскультурних чинників в ракурсі такої складової вказаної парадигми як «ставлення авіаційного персоналу до небезпечних дій або умов». Зокрема на прикладі виявлення ставлення авіадиспетчерів різних країн до небезпек помилок, яких вони можуть припуститися в процесі управління повітряним рухом (УПР).

В працях [6 – 8 та ін.] було обґрунтовано такий перелік більш характерних помилок, яких припускаються диспетчери УПР (ДУПР) в процесі професійної діяльності:

P_1 – порушення фразеології радіообміну;

P_2 – неузгодженість входу ПС в зону суміжного УПР;



- P_3 – порушення побіжних часових інтервалів;
 P_4 – порушення зустрічних часових інтервалів;
 P_5 – порушення інтервалів між ПС, що знаходяться на курсах, що перетинаються;
 P_6 – безадресна передача повідомлень диспетчером;
 P_7 – помилка у визначенні позивного ПС;
 P_8 – помилка в ідентифікації ПС;
 P_9 – помилкове використання диспетчерського графіку;
 P_{10} – відсутність на стрипі позначки диспетчера про передачу управління суміжному диспетчерському пункту;
 P_{11} – відсутність на стрипі позначки диспетчера щодо узгодження входу ПС в зону УПР суміжного диспетчерського пункту;

Таблиця 1.

Характер кроскультурних взаємовідносин авіаційного персоналу (ІСАО)

Представники культури 1	Представники культури 2	Взаємовідносини під час взаємодії
1	2	3
	ЛЮДИ:	
Пілоти Диспетчери управління повітряним рухом Бортпровідники Наземний персонал Пасажири Інструктори Розслідувачі авіаційних подій Інженери Персонал авіакомпаній і аеропортів Розслідувачі авіаційних подій Місцеві нормативні органи Інші	Пілоти Диспетчери управління повітряним рухом Бортпровідники Наземний персонал Пасажири Інструктори Розслідувачі авіаційних подій	Екіпажі (<i>диспетчерські зміни</i>), утворені з представників різних культур, злиття авіакомпаній, альянси / контрактні пілоти
		Радіообмін на англійській мові в повітряному просторі іноземної держави і з екіпажами іноземних повітряних суден
		Різна підготовка, цілі і очікування
		Різні пріоритети; плутанина стосовно стандартів
		Різні очікування від обслуговування
		Підготовка в іншій країні на новий тип повітряного судна або в якості курсанта
		Міжнародні групи з розслідування, різні юридичні основи
	АРТЕФАКТИ:	
	Керівництва	Керівництва, підготовлені персоналом в одній частині світу, перекладені або інтерпретуються в інших частинах світу
	Повітряні судна	Технічні вимоги до обладнання, що мають сенс в одній частині світу, можливо, не будуть здаватися такими ж «логічними» в інших частинах світу Знання технічного обслуговування і технічної кваліфікації в тому вигляді, як вони визначені і вивчаються в одній частині світу, можуть бути неприйнятними в інших частинах світу
Правила	Правила, розроблені для конкретних економічних, політичних і соціальних умов, інтерпретуються і застосовуються в інших частинах світу.	
Юридична основа	Різні парадигми розслідувань авіаційних подій і підзвітності, різні базові юридичні основи.	
ПРИМІТКА: 1) курсивом показано бачення авторами розвитку нормативного документу ІСАО; заливкою показано бачене авторами застосування рекомендацій ІСАО в контексті цієї публікації.		



P_{12} – порушення диспетчером узгодженого географічного рубежу передачі УПР;

P_{13} – порушення диспетчером узгодженого часового рубежу передачі УПР;

P_{14} – недбалість в нанесенні на стрип літерно-цифрової інформації (можливість двоякої інтерпретації);

P_{15} – неекономічне управління повітряним рухом;

P_{16} – порушення процедури прийому і здачі чергування;

P_{17} – не відображення на стрипі виданих команд щодо зміни висоти або напрямку польоту;

P_{18} – спроба керувати ПС після спрацьовування на ньому системи TCAS режимі resolution advice;

P_{19} – помилки вводу інформації про ПС в автоматизовану систему;

P_{20} – порушення технології праці в особливих випадках у польоті;

P_{21} – порушення в використанні повітряного простору.

До досліджень було залучено $m_{Az} = 65$ професійних ДУПР, співробітників Головного центру єдиної системи УПР Азербайджанської Республіки AZANS і $m_{Ukr} = 37$ професійних ДУПР, співробітників Льотної академії Національного авіаційного університету і Державного підприємства «Украерорух». Що, на наш погляд, робить очевидним наявність кроскультурних чинників, можливий вплив яких на ставлення до небезпек помилок й буде досліджено.

Користуючись попарним порівнянням і таким нормативним способом встановлення кількісного показника небезпек порівнюваних помилок:

$$c_{ij} = \begin{cases} \frac{M}{N} 1 & - \text{факт переваги небезпеки помилки } P_i \text{ перед } P_j : P_i \succ P_j \\ \frac{N}{N} 0,5 & - \text{факт рівноцінності небезпек помилок : } P_i \approx P_j \\ \frac{0}{N} 0 & - \text{факт переваги небезпеки помилки } P_j \text{ перед } P_i : P_j \succ P_i \end{cases} \quad (1)$$

випробувані ДУПР за відомою методикою [9-11 та ін.] будували індивідуальні системи переваг (СП), упорядкувавши вище перелічені помилки: від найбільш небезпечної, - до найменш небезпечної. Застосовуючи далі таку стратегію групових рішень, як підсумовування і усереднення рангів, індивідуальні СП (ІСП) було агреговано в групові СП (ГСП). І головне питання, що має бути вирішено після такого роду агрегації, полягає у встановленні ступеня узгодженості отриманих ГСП. Для цього було застосовано коефіцієнт конкордації (згоди) Кендалла, тобто коефіцієнт множинної рангової кореляції, який змінюється у межах $W = [0, 1]$ і має задовольняти двом критеріальним умовам:

бути статистично-вірогідним, для перевірки чого застосовується критерій перевірки гіпотез c^2 -«хі-квадрат» Пірсона [9-13 та ін.]:

$$c_{emp}^2 = \frac{12\sum R_j^2}{(n+1)\sum R_j - \frac{1}{(n-1)}\sum R_j} \gg c_{a;k}^2, \quad (2)$$



$$\text{де } S = e \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m r_{ij} - \bar{r} \frac{nm}{2}; \quad (3)$$

r_{ij} - ранг, що був наданий і-й помилці j-м випробуваням ДУПР в ІСП;

$$\bar{r} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m r_{ij}; \quad (4)$$

R_j - показник нерозрізненості (пов'язаності) небезпек альтернатив-помилки в ІСП j-го ДУПР:

$$R_j = e \left(r_{ij}^3 - r_j \right). \quad (5)$$

$c_{a,k}^2$ - теоретичне значення змінної «хі-квадрат» з $k = m - 1$ ступенями свободи на рівні значущості a , що визначається зі спеціальної таблиці [13].

бути не меншим за встановлений критеріальний нормативний показник [14]:

$$W_i \geq 0,7, \dots, 0,8. \quad (6)$$

Отже, за результатами досліджень нескладно отримати такі ГСП:

$$P_{18} \succ_{Ukr} P_{20} \succ_{Ukr} P_5 \succ_{Ukr} P_4 \succ_{Ukr} P_{21} \succ_{Ukr} P_3 \succ_{Ukr} P_8 \succ_{Ukr} P_2 \succ_{Ukr} P_{17} \succ_{Ukr} P_{13} \succ_{Ukr} P_6 \succ_{Ukr} P_{12} \succ_{Ukr} P_{16} \succ_{Ukr} P_1 \succ_{Ukr} P_{19} \succ_{Ukr} P_7 \succ_{Ukr} P_9 \succ_{Ukr} P_{14} \succ_{Ukr} P_{11} \succ_{Ukr} P_{15} \succ_{Ukr} P_{10} \quad (7)$$

$$P_{18} \succ_{Az} P_2 \succ_{Az} P_3 \succ_{Az} P_{20} \succ_{Az} P_3 \succ_{Az} P_{21} \succ_{Az} P_2 \succ_{Az} P_{13} \succ_{Az} P_{17} \succ_{Az} P_8 \succ_{Az} P_7 \succ_{Az} P_{12} \succ_{Az} P_{19} \succ_{Az} P_{16} \succ_{Az} P_1 \succ_{Az} P_{11} \succ_{Az} P_{14} \succ_{Az} P_9 \succ_{Az} P_6 \succ_{Az} P_{10} \succ_{Az} P_{15} \quad (8)$$

де \succ_{Ukr}, \succ_{Az} - позначка групової переваги небезпеки однієї помилки перед іншою в думках відповідно українських й азербайджанських ДУПР.

Для встановлення ступеня прийнятності емпіричних ГСП виду (7), (8) відповідно до виразів (2) – (5) було здійснено відповідні обчислення, результати яких представлені в табл. 2.

Таблиця 2.

Значення показників, потрібних для встановлення ступеня узгодженості групових систем переваг авіадиспетчерів на небезпеках характерних помилок

Країна	Обчислювальні показники						
	m	\bar{r}	S	R_j	W	$c_{emp.}^2 \{>, <, =\}$	$c_{a;k}^2$
1	2	3	4	5	6	7	8
Україна	$m_{Ukr} = 37$	407	574980	2846	0,5503	407,025 >>	$c_{1\%;k=36}^2 = 61,58$
Азербайджан	$m_{Az} = 65$	715	1703743	3638	0,5269	687,198 >>	$c_{1\%;k=64}^2 = 96,88$

Як бачимо з табл. 2, отримані значення коефіцієнтів конкордації Кендалла (графа 6) не задовольняють умові (6), хоча й є статистично-вірогідними (графи 7, 8). Тому було реалізовано багатокрокову технологію виявлення і відсіювання маргінальних думок [15, 16]. Відповідні результати подані у табл. 3.



Таблиця 3.

Результати застосування багатокрокової технології виявлення і відсіювання маргінальних думок щодо небезпек помилок

Країна	Кількісний склад групи	W	$c_{emp}^2 \{>, <, =\}$	$c_{a;k}^2$
1	2	3	4	5
Україна	$m_{Ukr} = 37$	0,5503	407,025 >>	$c_{1\%; k=36}^2 = 61,58$
	$m_{Ukr}^A = 26$	0,7144	371,487 >>	$c_{1\%; k=25}^2 = 46,93$
	$m_{Ukr}^B = 11$	0,3266	71,847 >>	$c_{1\%; k=10}^2 = 46,93$
Азербайджан	$m_{Az} = 65$	0,5269	687,198 >>	$c_{1\%; k=64}^2 = 96,88$
	$m_{Az}^A = 42$	0,713	595,709 >>	$c_{1\%; k=41}^2 = 68,05$
	$m_{Az}^B = 23$	0,540	248,428 >>	$c_{1\%; k=22}^2 = 42,80$
	$m_{Az}^C = 16$	0,461	148,095 >>	$c_{1\%; k=15}^2 = 32,80$
	$m_{Az}^D = 10$	0,552	110,336	$c_{1\%; k=9}^2 = 23,59$
	$m_{Az}^E = 7$	0,602	84,222 >>	$c_{1\%; k=6}^2 = 15,55$
	$m_{Az}^F = 5$	0,726	72,632 >>	$c_{1\%; k=4}^2 = 14,86$
	$m_{Az}^G = 18$	0,274	98,732 >>	$c_{1\%; k=17}^2 = 35,72$
	⋮	⋮	⋮	⋮
	$m_{Az}^L = 6$	0,614	71,996 >>	$c_{1\%; k=5}^2 = 16,75$

ПРИМІТКА: заливкою позначені статистично-вірогідні і прийнятні результати

Отже, як бачимо з табл. 3, з вихідної вибірки $m_{Ukr} = 37$ українських ДУПР за допомогою реалізованої технології встановлення і відсіювання маргінальних думок вдалося виокремити $m_{Ukr}^A = 26$ осіб, які мають узгодженість думок, що задовольняє умовам (2), (6). З інших $m_{Ukr}^B = m_{Ukr} - m_{Ukr}^A = 11$ ДУПР (29,72%) не вдалося виокремити будь-якої кількісно-значущої підгрупи, узагальнені думки якої щодо небезпек помилок задовольняли б зазначеним умовам. Таким чином, слід вважати маргінальними думки (ІСП) $m_{Ukr}^{marg} = m_{Ukr}^B = 11$ українських ДУПР щодо небезпек характерних помилок, яких вони можуть припуститися в професійній діяльності. Зазначені особи мають бути об'єктом пильної уваги фахівців з управління БП (УБП). А в подальших дослідженнях слід орієнтуватися на таку ГСП підгрупи m_{Ukr}^A :

$$\begin{aligned}
 &P_{18} \succ P_{20} \succ P_5 \succ P_4 \succ P_{21} \succ P_3 \succ P_8 \succ P_2 \succ P_{17} \succ P_{13} \succ P_6 \succ \\
 & \quad m_{Ukr}^A \quad m_{Ukr}^A \quad m_{Ukr}^A \quad m_{Ukr}^A \quad m_{Ukr}^A \quad m_{Ukr}^A \quad m_{Ukr}^A \quad m_{Ukr}^A \quad m_{Ukr}^A \quad m_{Ukr}^A \quad m_{Ukr}^A \\
 & \succ P_{12} \succ P_{16} \succ P_1 \succ P_{19} \succ P_7 \succ P_9 \succ P_{14} \succ P_{11} \succ P_{15} \succ P_{10} \quad (9) \\
 & \quad m_{Ukr}^A \quad m_{Ukr}^A \quad m_{Ukr}^A \quad m_{Ukr}^A \quad m_{Ukr}^A \quad m_{Ukr}^A \quad m_{Ukr}^A \quad m_{Ukr}^A \quad m_{Ukr}^A \quad m_{Ukr}^A
 \end{aligned}$$



де \succ - позначка переваги небезпеки однієї помилки перед іншою в ГСП m_{Ukr}^A (10), агрегованої з ІСП українських ДУПР, членів підгрупи m_{Ukr}^A , показники узгодженості думок яких задовольняють умовам прийнятності (6), (7).

В той же час з тієї ж табл. 3 бачимо, що з вихідної вибірки $m_{Az} = 65$ азербайджанських ДУПР за допомогою реалізованої технології встановлення і відсіювання маргінальних думок вдалося виокремити дві підгрупи, кількістю $m_{Az}^A = 42$ особи і $m_{Az}^F = 5$ осіб, узагальнені думки яких щодо небезпек досліджуваних помилок задовольняють умовам (6), (7), а отже є прийнятними. З інших $m_{Az}^G = m_{Az} - (m_{Az}^A + m_{Az}^F) = 18$ ДУПР (27,69%) не вдалося виокремити будь-якої кількісно-значущої підгрупи, узагальнені думки якої щодо небезпек помилок задовольняли б зазначеним умовам (6), (7). Тому представники підгрупи m_{Az}^G мають бути об'єктом пильної уваги фахівців з управління БП. При цьому привернемо увагу до близькості показників маргінальності в вітчизняних і азербайджанських ДУПР. А в подальших дослідженнях слід орієнтуватися на такі ГСП підгруп m_{Az}^A і m_{Az}^F :

$$\begin{aligned} P_{18} \succ P_5 \succ P_4 \succ P_{20} \succ P_3 \succ P_{21} \succ P_2 \succ P_{13} \succ P_8 \succ P_{17} \succ P_7 \succ \\ m_{Az}^A \quad m_{Az}^A \quad m_{Az}^A \quad m_{Az}^A \quad m_{Az}^A \quad m_{Az}^A \quad m_{Az}^A \quad m_{Az}^A \quad m_{Az}^A \quad m_{Az}^A \quad m_{Az}^A \quad m_{Az}^A \\ \succ P_{12} \succ P_{16} \succ P_{19} \succ P_1 \succ P_{14} \succ P_6 \succ P_{11} \succ P_9 \succ P_{10} \succ P_{15} \end{aligned} \quad (10)$$

де \succ - позначка переваги за небезпекою однієї помилки перед іншою в ГСП, m_{Az}^A агрегованої з ІСП азербайджанських ДУПР, членів підгрупи m_{Az}^A ;

$$\begin{aligned} P_4 \succ P_5 \succ P_3 \succ P_2 \succ P_{18} \succ P_8 \succ P_{13} \succ P_{17} \succ P_{21} \succ P_{12} \succ P_9 \succ \\ m_{Az}^F \quad m_{Az}^F \quad m_{Az}^F \quad m_{Az}^F \quad m_{Az}^F \quad m_{Az}^F \quad m_{Az}^F \quad m_{Az}^F \quad m_{Az}^F \quad m_{Az}^F \quad m_{Az}^F \quad m_{Az}^F \\ \succ P_7 \succ P_{20} \succ P_{15} \succ P_{19} \succ P_{14} \succ P_{11} \succ P_6 \succ P_{10} \succ P_1 \succ P_{16} \end{aligned} \quad (11)$$

де \succ , \succ - позначка відповідно переваги і індивідуальності за небезпекою однієї помилки перед іншою в ГСП, агрегованої з ІСП азербайджанських ДУПР, членів підгрупи m_{Az}^F .

Рисунок 1 дає наочне уявлення щодо збігу / не збігу думок щодо небезпек досліджуваних помилок в підгрупах m_{Ukr}^A , m_{Az}^A і m_{Az}^F . Для більш детальної статистичної оцінки зазначеного збігу / не збігу думок застосуємо коефіцієнт рангової кореляції Спірмена [9-16]. Результати відповідних обчислень подані в табл. 4. Як бачимо з цієї таблиці, усі обчислені коефіцієнти рангової кореляції Спірмена мають не лише високе абсолютне значення, але і є статистично вірогідними на незвичайно високому для досліджень ЛЧ рівні значущості $\alpha = 1\%$. А це означає, що збіг рангів в порівнюваних ГСП, побудованих, спираючись на ІСП членів підгруп m_{Ukr}^A , m_{Az}^A , m_{Az}^F , є закономірним, а не збіг – випадковістю. А отже, йдеться про нібито однакові ГСП. Тобто, кроскультурні чинники не



впливають на ставлення диспетчерського персоналу до небезпек помилок, що свідчить про правильну організацію ПП і УБП в аеронавігаційних системах України і Азербайджану.

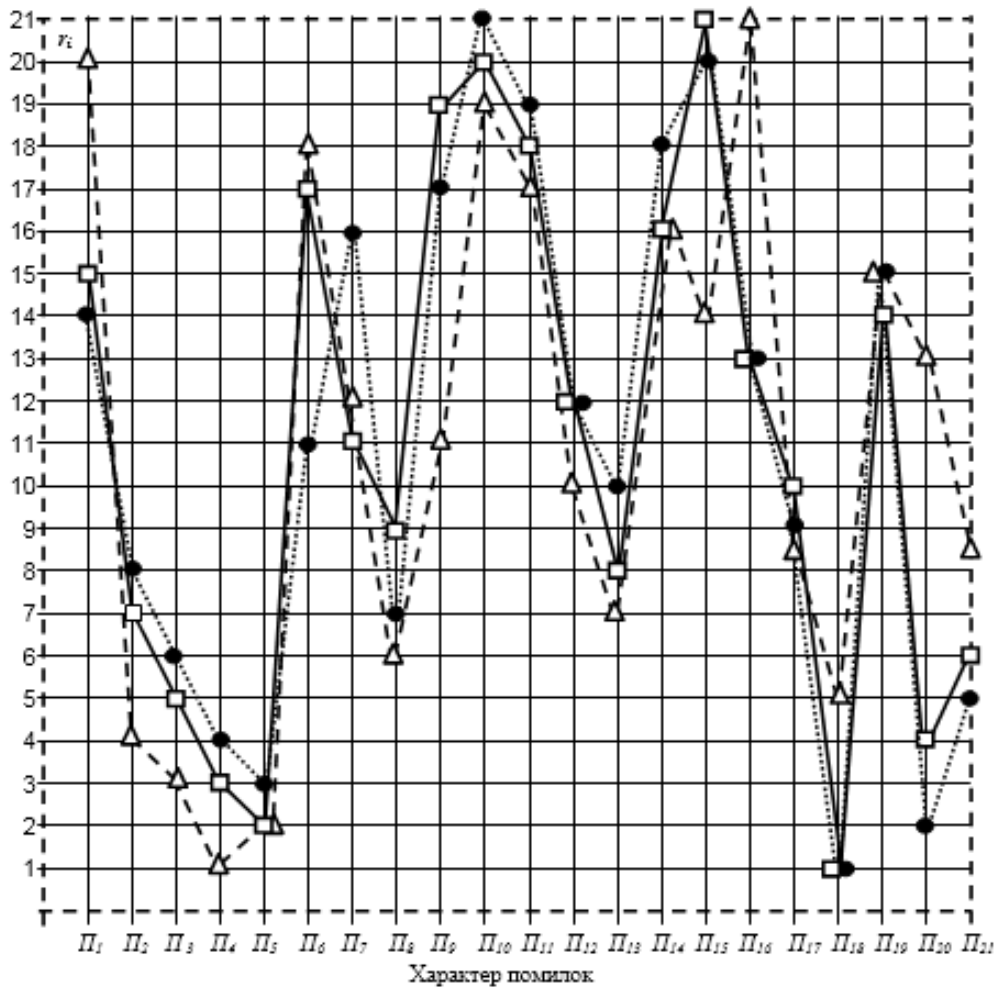


Рисунок 1. Ілюстрація значущості небезпек помилок в групових системах переваг авіадиспетчерів різних країн:●..... – в підгрупі авіадиспетчерів m_{Ukr}^A ; —□— – в підгрупі авіадиспетчерів m_{Az}^A ; —△— – в підгрупі авіадиспетчерів m_{Az}^F

Таблиця 4.

Результати порівняння групових систем переваг за допомогою коефіцієнта рангової кореляції Спірмена

Групові системи переваг підгрупи	m_{Ukr}^A	m_{Az}^A	m_{Az}^F
m_{Ukr}^A		0,9403	0,7094
m_{Az}^A			0,7769
m_{Az}^F			

ПРИМІТКА: мінімальне статистично-вірогідне значення коефіцієнта рангової кореляції Спірмена дорівнює величині R_S і 0,5487 на рівні значущості $\alpha = 1\%$.

Однак, вважаємо, що такий висновок є справедливим лише для порівнюваних ГСП підгруп m_{Ukr}^A і m_{Az}^A виду (9) і (10), для яких обчислене



емпіричне значення коефіцієнта рангової кореляції Спірмена має майже абсолютне значення: $R_S^{GCP m_{Ukr}^A - GCP m_{Az}^A} = 0,9403$.

Насторожує ГСП підгрупи m_{Az}^F виду (12). Адже дійсно, більш резонансною авіакатастрофою XXI століття в аеронавігаційних системах є та, що відбулась над Боденським озером (Германія, 2002) саме внаслідок того, що ДУПР припустився помилки P_{18} (спроба керувати ПС після спрацьовування на ньому системи TCAS режимі resolution advice). Стикнулися авіалайнер Ту-154М авіакомпанії «Башкірські авіалінії (БАЛ)» (рейс ВТС 2937 Москва – Барселона) і вантажний літак Boeing-757-200PF авіакомпанії DHL (рейс DNX 611 Мухаррак – Бергамо - Брюссель). Загинули усі пасажирів і члени екіпажів: 2 – на Боїнгу (оба пілоти) і 69 на Ту-154 (9 членів екіпажу і 60 пасажирів, серед яких було 52 дитини). Вважаємо, що перевага небезпеки помилки P_{18} перед іншими в ГСП, агрегованих з ІСП членів підгруп m_{Ukr}^A і m_{Az}^A виду (9) і (10) пояснюється саме глибинним їх сприйняттям наслідків цієї катастрофи.

В той же час в ГСП підгрупи m_{Az}^F зазначена помилка P_{18} отримала усього п'яте рангове місце за небезпекою, що може бути результатом:

- унікального особистого досвіду її членів з попадання і долання наслідків потенційно-конфліктних, конфліктних і аварійних ситуацій при УПР;
- дійсного впливу кроскультурних чинників;
- особливістю ПП (вплив інструкторського персоналу);
- тривіальною недбалістю і неуважністю в процесі опитування тощо.

Тому члени підгрупи m_{Az}^F разом з членами підгрупи m_{Az}^G мають бути об'єктом пильної уваги фахівців з УБП.

Висновки. Підсумовуючи отримані і подані в цій публікації нові наукові результати з можливого впливу крос культурних чинників на БП, зокрема через різне ставлення ДУПР різних країн (України і Азербайджану) до небезпек помилок, яких вони можуть припуститися в процесі виконання професійних обов'язків, констатуємо, що в цілому не підтвердилася гіпотеза щодо такого роду впливу. До окремих результатів слід віднести такі.

1. З вихідних вибірок випробуваних було виокремлено ІСП маргіналів, відповідно, 29,72% з числа українських фахівців і 27,69% - з числа азербайджанських фахівців, які мають бути об'єктом пильної уваги фахівців з УБП.

2. З вихідної вибірки українських ДУПР за допомогою авторської методології виявлення і відсіювання маргінальних думок вдалося виявити підгрупу, чисельністю $m_{Ukr}^A = 26$ осіб (70,27%), в якій показники узгодженості думок щодо небезпек помилок задовольняють критеріям прийнятності. В той же час з вихідної вибірки азербайджанських ДУПР вдалося виокремити вже дві підгрупи, кількістю $m_{Az}^A = 42$ (64,62%) осіб і $m_{Az}^F = 5$ (7,69%) осіб, в яких показники узгодженості думок щодо небезпек помилок також задовольняють критеріям прийнятності.



3. Отримані за допомогою коефіцієнта рангової кореляції Спірмена показники збігу / не збігу $GCP_{m_{Ukr}^A} - GCP_{m_{Az}^A}$, $GCP_{m_{Ukr}^A} - GCP_{m_{Az}^F}$, $GCP_{m_{Az}^A} - GCP_{m_{Az}^F}$ є статистично вірогідними і прийнятними. Причому для першого порівняння цей коефіцієнт досяг майже абсолютного значення ($R_S^{GCP_{m_{Ukr}^A} - GCP_{m_{Az}^A}} = 0,9403$), що, за суттю, є обґрунтуванням висновку щодо відсутності впливу кроскультурних чинників на ставлення до небезпечних дій або умов, яке, в свою чергу, є складовою поточної парадигми БП ІКАО. З іншого боку, йдеться про правильну організацію і проведення заходів з УБП у відповідних аеронавігаційних організаціях, зокрема, «Украерорух» і AZANS.

4. Групова СП підгрупи m_{Az}^F , хоча й задовольняє критеріям узгодженості думок і статистично-вірогідно збігається з ГСП підгруп m_{Ukr}^A і m_{Az}^A , однак думки щодо безпеки помилок її членів не повною мірою враховують наслідки реальних помилок, що призвели до резонансних катастроф. Тому її члени мають бути об'єктом пильної уваги фахівців з УБП.

5. Вважаємо, що подальші дослідження з перевірки гіпотези щодо можливого впливу кроскультурних чинників на БП в аеронавігаційних системах доцільно провести через порівняння ставлення ДУПР різних країн до таких небезпечних дій або умов, як порушення норм ешелонування ПС.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кроскультурные факторы и безопасность полетов // Человеческий фактор: Сборник материалов №16. - Циркуляр ИКАО 302-AN/175. - Монреаль, Канада, 2004. – 52 с.
2. Safety Management Manual (SMM) – Fourts Edition: DOC ICAO 9859/ – AN/474. – Montreal, Canada, 2018.
3. Ставлення авіаційних операторів «переднього краю» до небезпечних дій або умов професійної діяльності – головний чинник забезпечення безпеки польотів [Текст] / О. М. Рева, С. П. Борсук, В. А. Шульгін [та ін.] // Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINTT-2016) : матеріали VII Міжнар. наук.-практ. конф., - Херсон, 24-26 травня 2016 р., – Херсон: ХДМА, 2016. – С. 90 – 97.
4. New Approach to Determination of Main Solution Taking Dominant of Air Traffic Controller During Flight Level Norms Violation [Text] / O. Reva, S. Borsuk, V. Mirzayev, P. Mukhtarov // Advances in Human Aspects of Transportation: Proceedings of the AHFE 2016 International Conference on Human Factors in Transportation, July 27–31, 2016, Walt Disney World, Florida, USA. – P. 137 – 147.
5. Ergonomic Assessment of Instructors' Capability to Conduct Personality-Oriented Training for Air Traffic Control (ATC) Personnel / Oleksii Reva (&), Sergii Borsuk, Valeriy Shulgin, and Serhiy Nedbay // Advances in Human Factors of Transportation Proceedings of the AHFE 2019 International Conference on Human



Factors in Transportation, July 24–28, 2019, Washington D.C., USA. 2019. – P. 783 – 793.

6. Насіров, Ш. Ш. Пілотне визначення систем переваг авіадиспетчерів Азербайджану на характерних помилках в процесі управління повітряним рухом / Ш. Ш. Насіров // *Авіаційно-космічна техніка і технологія: наук.-техн. ж.* – Х.: Національний аерокосмічний ун-т ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», 2010. - № 7. – С. 124 – 134.

7. Диференціальний метод встановлення порівняльної небезпеки помилок авіадиспетчерів / О. М. Рева, В. В. Камишин, А. М. Невиніцин, В. А. Шульгін // *Наука, технології, інновації: наук. ж.* – К.: УкрІНТЕІ, 2019. – № 3 (11). – С. 70 – 82.

8. Criteria Indicators of the Consistency of Air Traffic Controllers' Preferences on a Set of Characteristic Errors / Oleksii Reva (&), Volodimir Kamyshyn1, Andrii Nevynitsyn, Valerii Shulgin, and Serhiy Nedbay // *Advances in Human Aspects of Transportation Proceedings of the AHFE 2020 : Virtual Conference on Human Aspects of Transportation, July 16–20, 2020, Springer, USA.* – P. 617 – 623.

9. Бешелев, С. Д. Математико-статистические методы экспертных оценок / С. Д. Бешелев, Ф. Г. Гурвич. – М.: Статистика, 1980. – 263 с.

10. Литвак, Б. Г. Экспертные оценки и принятие решений / Б. Г. Литвак. – М.: Патент, 1996. – 272 с.

11. Самохвалов, Ю. Я. Экспертное оценивание: Методический аспект / Ю. Я. Самохвалов, Е. М. Науменко. – К.: ДУІКТ, 2007. – 362 с.

12. Надежность и эффективность в технике: Справочник в 10 т. - Т. 3. Эффективность технических систем / под общ. ред. В. Ф. Уткина, Ю. В. Крючкова. – М.: Машиностроение, 1988. – 328 с.

13. Мюллер, П. Таблицы по математической статистике / П. Мюллер, П. Нойман, Р. Шторм. – М.: Финансы и статистика, 1982. – 278 с.

14. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений: Теория, синтез, эффективность / В. А. Тарасов, Б. М. Герасимов, И. А. Левин, В. А. Корнейчук. – К.: МАКИС, 2007. – 336 с.

15. Насіров, Ш. Ш. Багатокрокова процедура виявлення статистично-узгодженої системи переваг авіадиспетчерів на множині характерних помилок їх діяльності / Ш. Ш. Насіров // *Комунальне господарство міст: науково-технічний збірник.* – Вип. 105. – Сер. Технічні науки і архітектура. - Х.: ХНАМГ, 2012. – С. 461 – 475.

16. Багатокрокова процедура прийняття рішень щодо узгодженості групових систем переваг авіадиспетчерів / О. М. Рева, В. В. Камишин, А. М. Невиніцин, С. В. Радецька // *Технічне регулювання, метрологія, інформаційні та транспортні технології: матеріали XI Міжнар. наук.-практ. конф., – Одеса, 14-15 листопада 2019 р., – Одеса: ОДАТРА, 2019. – С. 147 – 152.*



МІЖНАРОДНИЙ ПРОЕКТ CRENG, ЯК ВІДПОВІДЬ АКАДЕМІЧНОЇ СПІЛЬНОТИ НА ВИКЛИКИ НЕБЕЗПЕКИ СУЧАСНОГО СВІТУ

Самсонкін В.М., Горецький О.А., Юрченко О.Г., Булгакова Ю.В., Щербина Р.С.
Державний університет інфраструктури та технологій (ДУІТ)
(м. Київ, Україна)

Безпека – фундаментальна категорія сучасного життя. Ми намагаємося створити безпечні умови життя навколо себе як для близьких так і, в першу чергу, для себе. Але з кожним днем світ стає складнішим та невизначенішим. Ми все частіше використовуємо складні технічні та технологічні інструменти навіть в повсякденному житті. Швидкість життя збільшується. І тут немає жодного відкриття для нас.

Всі набуті знання людства переходять від накопичення досвіду до узагальнення та пошуку стандарту. Для ризик-менеджменту узагальненням стало прийняття міжнародних стандартів в цій сфері та його імплементація в Україні [1, 2, 3, 4, 5].

Від самого народження ми вчимося безпечному існуванню. Але безпечним простором потрібно управляти. І саме для цього створюються програми вищої освіти – зменшити ризики, а у разі неможливості повного виключення – спрогнозувати ймовірність відмови та мінімізувати втрати.

Транспорт є зоною підвищеної небезпеки. Саме тому колективом ДУІТ була подана заявка під назвою Crisis and Risks Engineering for transport services до програми ЄС під назвою Еразмус+.

ЕРАЗМУС+ – це програма Європейського Союзу на період 2014 – 2020 рр., що підтримує проекти співпраці, партнерства, заходи і мобільність у сфері освіти, професійної підготовки, молоді та спорту. Разом з понад 150 країнами світу, Україна є однією з країн-партнерів Програми Еразмус+. Країнами-членами Програми виступають 28 держав-членів ЄС; країни Економічного Союзу: Ісландія, Норвегія, Ліхтенштейн; країни-кандидати: Туреччина, Північна Македонія та Сербія (з 2018 р.). Бюджет програми на 2014-2020 роки склав 14,7 млрд. євро [<https://erasmusplus.org.ua>].

Що ж фінансує Erasmus+ у сфері вищої освіти? Насамперед це: 1) мобільність для студентів, викладачів і працівників закладів вищої освіти; 2) спільні магістерські програми Erasmus Mundus; 3) розвиток потенціалу вищої освіти; 4) стратегічні партнерства у сфері вищої освіти та інші складові вищої освіти. Також дана програма може зацікавити колег зі сфери шкільної та професійно-технічної підготовки [<https://erasmusplus.org.ua>].

Метою проекту CRENG визначено розвиток інжинірингу криз та ризиків у сфері транспортних послуг для забезпечення стійкості транспортних систем України, Азербайджану та Туркменістану для їх інтеграції до світової транспортної мережі. Для внеску в розвиток інжинірингу криз та ризиків у сфері транспортних послуг в країнах-партнерах буде створене середовище для навчання висококваліфікованих спеціалістів, які затребувані на ринку праці, на засадах Європейських найкращих практик та Болонського процесу.



Загальне управління та координацію проектом покладено на європейського партнера – Варшавська політехніка, Польща. В консорціумі приймає участь 17 учасників. З них: 1) навчальних закладів (університетів) – 12 (в т. ч. ЄС – 3, Україна – 3, Азербайджан – 3, Туркменістан – 3); 2) державні установи – 2; 3) роботодавці – 3 представники.

Завданнями проекту є: 1) розробка, впровадження та акредитація нової практично-орієнтованої магістерської програми «Інжиніринг криз та ризиків у сфері транспортних послуг», включаючи інноваційні навчальні підходи та ECTS в Україні, Азербайджані та Туркменістані; 2) наблизити вищі навчальні заклади України, Азербайджану та Туркменістану до ринку праці в сфері транспортних послуг; 3) стимулювати взаємодію між вищими навчальними закладами ЄС та України, Азербайджану, Туркменістану.

З напрямками діяльності за проектом можна ознайомитися на сайті проекту <https://www.creng.eu/>.

На даний момент співробітниками Державного університету інфраструктури та технологій (Київ) паралельно виконано або впроваджується одночасно чимало завдань та етапів.

Викладачами університетів країн-партнерів підвищено кваліфікації із нової методології інжинірингу криз та ризиків у сфері транспортних послуг в університетах ЄС.

Перший тренінг в рамках проекту CRENG відбувся з 09 по 20 вересня 2019 р. в Берлінському технічному університеті (м. Берлін, Німеччина). Протягом 12 днів вісім провідних фахівців із Німеччини, Франції, Польщі, України прочитали лекції із різних напрямків CRENG. Фахівцями з європейських країн було презентовано 13 нових програм дисциплін, які стануть основою нової магістерської програми. Загалом в тренінгу брали участь 26 слухачів.

Другий тренінг в рамках проекту CRENG відбувся з 25 листопада по 06 грудня 2019 року в Варшавській політехніці на факультеті транспорту (м. Варшава, Польща). Протягом 12 днів вісім провідних фахівців із Німеччини, Франції, Польщі, України прочитали лекції із різних напрямків CRENG. Фахівцями з європейських країн було презентовано 4 нові дисципліни, які стали основою нової магістерської програми.

З 13 по 23 січня 2020 року в Політехнічному університеті О-де-Франсе (м. Валансьєн, Франція) відбувся третій тренінг в рамках проекту CRENG. Протягом цього тренінгу провідні професори Політехнічного університету м. Валансьєн презентували свої напрацювання з дисциплін: «Методи прогнозування, аналізу та мінімізації ризиків в транспортних системах», «Нові виклики інжинірингу криз та ризиків», «Система управління безпекою середовища», «Гуманітарна логістика і транспортне обслуговування в надзвичайних умовах».

В заявці до проекту було визначено перелік дисциплін: New technologies and big data for innovations in crisis and risk management + IT Security; Risk and crisis forecast, Analysis and Reduction Methods and Tools; Simulation of complex transport processes and systems that operate in conditions of risks; Human Factors in Design & Operations; Humanitarian logistics and transport services in disasters



conditions; Informational-Analytic and Diagnostics for Sociotechnical System; Risk and crisis engineering of Transport systems; New challenges for crisis and risk management in logistics systems; Supply chain management and networks; Health, Safety & Environmental Management Systems; Project management and leadership in logistics and research, through open communication and team-working; Research methods and professional development; Carrier Managing, Soft skills for engineers, basics of technical creativity.

Отримані в рамках проекту ЄС Еразмус+ «Crisis and Risks Engineering for Transport Services / CRENG» на тренінгах знання було впроваджено в освітньо-професійну програму «Управління транспортними системами в умовах ризиків та криз» для другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 275 «Транспортні технології (на залізничному транспорті)» галузі знань 27«Транспорт».

Виходячи з нормативних документів України в сфері вищої освіти співробітники університету адоптували перелік дисциплін до стандартів вищої освіти, а саме: Дослідження впливу людського фактору на функціонування транспортних систем; Управління проектами; Дослідження соціо-технічних систем; Методи наукових досліджень та професійний розвиток; Управління ланцюгами постачання та транспортними мережами; Оцінка ризиків перевізного процесу засобами імітаційного моделювання; Інноваційні технології Big Data та інформаційної безпеки в управлінні транспортними системами; Управління ризиками та кризами в транспортних системах; Засоби прогнозу та зменшення впливу ризиків та криз; Гуманітарна логістика та транспортне обслуговування в умовах надзвичайних ситуацій; Системи управління безпекою та навколишнім середовищем у транспортних процесах; Нові виклики для управління ризиками та кризами в транспортних системах.

Ознайомитися з освітньо-професійною програмою можна ознайомитися за посиланням <https://duit.edu.ua/>.

Наступними етапами провадження проекту є: підготовка методичного забезпечення викладання дисциплін, електронні курси на базі платформи MOODLE, лабораторії тощо; пілотне навчання студентів за новою магістерською програмою «Управління транспортними системами в умовах ризиків та криз» та її акредитація у 2021 р.

Проект CRENG розраховано на три роки. Але на цьому ми не ставимо крапку. Для ЄС важливо, щоб фінансовані проекти і надалі розвивалися та функціонували. Тому важливим є розроблення та реалізація стратегії сталого розвитку та розповсюдження проекту, включаючи створення мережі CRENG сервіс-офісів та веб-платформи. Також потрібно впроваджувати новий інструмент взаємодії університетів та роботодавцями «Гаманець компетенцій»: розробка методичних рекомендацій, проведення он-лайн майстер-класів для викладачів із впровадження інструменту «Гаманець компетенцій».

Наше завдання – монетизувати проект.

Підсумовуючи викладене, можна стверджувати, що навчання розпізнаванню, виявленню, прогнозуванню, протидії та зменшенню впливу негативних факторів – основна задача проекту CRENG.



Європейськими цінностями в галузі освіти є академічна доброчесність та якість вищої освіти. І саме якість вищої освіти, зокрема, контролюється в програмі ЕРАЗМУС+.

В Україні цьому питанню почали приділяти значну увагу лише з ухваленням закону України «Про вищу освіту», який окреслив поняття «якість освітньої діяльності як рівень організації освітнього процесу в закладі вищої освіти, що відповідає стандартам вищої освіти, забезпечує здобуття особами якісної вищої освіти та сприяє створенню нових знань» [6].

Політика якості формує підґрунтя для встановлення цілей якості. Наприклад, політика та цілі забезпечення якості в Університеті Royal Roads (Іспанія) представлена таким чином, що університет позиціонує себе як університет для людей, які бажають просунутися на робочому місці. Заклад є визнаним лідером у наданні доступної та відповідної освіти, орієнтованої на потреби ринку праці, чого досягають завдяки інноваційним, новаторським технологіям; прагне до найвищого рівня якості, здійснення прикладних досліджень, які дають змогу вирішити реальні проблеми.

Якість Університету Хельсінкі забезпечується його діяльністю і результатами. Основними напрямками політики якості в цьому університеті є: кожен член університетської спільноти – від викладачів і дослідників до інших співробітників і студентів – несе відповідальність за якість університету у своїй діяльності; система забезпечення якості університету підтримує професійний розвиток кожного члена університетської спільноти, її підрозділу та всієї університетської спільноти.

В Італії політика щодо забезпечення якості перебуває під наглядом ANVUR, і пов'язані з нею процеси мають назву AVA (Самооцінка, Оцінка, Акредитація). Це охоплює початкову процедуру акредитації, періодичну процедуру акредитації, роботу групи із забезпечення якості в кожному університеті, роботу спільних комісій викладачів та студентів. Простежується недостатня чіткість у розумінні політики забезпечення якості. По суті, загальна політика якості офіційно задекларована в різних документах, але повністю не реалізована.

Сьогодні у світі є безліч інформації, яка генерує дезінформацію. Крім того, джерела даних також мають бути взаємоузгоджені стосовно того, що потрібно вимірювати. Це також потребує кращого узгодження внутрішнього управління університетами з міністерськими базами даних. Інформаційний менеджмент в Італії охоплює впровадження міжінституційних інформаційних систем, що містять усі дані про кар'єру студентів. Інформаційну систему використовують для планування та стратегічного управління.

Академічна спільнота у Греції формує Грецьку федерацію викладачів університетів (POSDEP), яка підтримує інтереси своїх членів та висловлює думки з питань, які мають для них важливе значення. Також, необхідно відмітити успішне подолання опору впровадженню стандартів ESG в академічній спільноті грецьких навчальних закладів, що актуально і для української освіти і науки.



Отже, показниками якості є індикатори якості, які вимірюють ефективність та розраховують за об'єктивними даними. Показники якості мають бути простими і чіткими.

Законом України «Про освіту» [7] на законодавчому рівні задекларовано мету розбудови та функціонування системи забезпечення якості освіти в Україні. Зокрема, в ч.1 ст. 41 цього Закону визначено мету розбудови та функціонування системи забезпечення якості освіти. Зазначені цілі є тими вихідними принципами, реалізація та постійне дотримання яких забезпечить належне функціонування системи забезпечення якості освіти.

Формування політики внутрішнього забезпечення якості у ЗВО передбачено в [6] (ст. 16). Важливим елементом у системі внутрішнього забезпечення якості освіти є освітні програми. Основою для розроблення освітньої програми відповідно до [6] є стандарт освіти відповідного рівня (за наявності). В [7] (ст. 30) закріплено один з основних європейських стандартів – прозорість та інформаційна відкритість закладу освіти.

Механізм акредитації спеціальностей, програм, самого ЗВО залишається в Україні одним з основних інструментів регулювання якості освітньої діяльності та контролю за ефективністю роботи навчальних закладів.

Постійний моніторинг проекту передбачає як внутрішній аналіз стану проекту і контенту так і зовнішній контроль від проектного офіцера ЄС (Брюссель). В ЄС надважливу роль відіграє репутація (як наукова так і виконавця проекту).

ЛІТЕРАТУРА

1. Risk management – Vocabulary ISO Guide 73:2009. – 24 p.
2. Risk management-Principles and guidelines ISO/IEC 31000:2009 –60 p.
3. Risk management-Risk assessment techniques ISO/IEC 31010:2009.–72 p.
4. Керування ризиком. Словник термінів (ISO Guide 73:2013): ДСТУ ISO Guide 73:2013. – [Чинний від 2014-01-07]. – К.: Науково-дослідний інститут метрології вимірювальних і управляючих систем, 2013. – 14 с. – (Національний стандарт України).
5. Керування ризиком. Методи загального оцінювання ризику (ISO/IEC 31010:2013) ДСТУ ISO/IEC 31010:2013. – [Чинний від 2014-01-07]. – К.: Науково-дослідний інститут метрології вимірювальних і управляючих систем, 2013. – 80 с. – (Національний стандарт України).
6. Закон України «Про вищу освіту»: за станом на 24.07.2020 р. / Верховна Рада України. – Офіц. Вид. – К.: Парлам. Вид-во, 2020. – 50 с. – (Бібліотека офіційних видань).
7. Закон України «Про освіту»: за станом на 24.07.2020 р. / Верховна Рада України. – Офіц. Вид. – К.: Парлам. Вид-во, 2020. – 70 с. – (Бібліотека офіційних видань).



ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ УПРАВЛЯЕМОЙ ЕДИНОЙ СИСТЕМОЙ ПОИСКА И СПАСАНИЯ В МОРСКОЙ ЗОНЕ ОТВЕТСТВЕННОСТИ УКРАИНЫ

Селиванов С.Е., Годованюк С.П.

Херсонская государственная морская академия
(г. Херсон, Украина)

Введение. Система (др.-греч. Σύστημα «целое, составленное из частей; соединение») – множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которое образует определённую целостность, единство [1].

Руководства по международному авиационному и морскому поиску и спасанию (далее – Руководство МАМПС) любая система поиска и спасания (SAR) должна иметь структуру, обеспечивающую эффективное осуществление таких функций, как прием, подтверждение приема и ретрансляция уведомлений о бедствии; координация мер реагирования SAR; проведение операций SAR [2].

В Украине создана единая система поиска и спасения на море (ЕСПСМ).

ЕСПСМ – это система органов, организаций и предприятий, которые обеспечивают организацию и осуществление операций по поиску и спасанию людей, судов и других материальных объектов во время бедствия на море.

Отметим что, единая морская поисково-спасательная система, как объект управления имеет иерархическую структуру, которая обеспечивает осуществление следующих функций:

- прием, подтверждение приема и ретрансляция сообщений о несчастье;
- координация мер реагирования на чрезвычайные морские ситуации,
- включая аварийные разливы нефти в открытом море;
- организация, управление и координация проведения поисковых и спасательных операций, которые терпят несчастье на море.

Структура единой системы поиска и спасания на море объединяет органы управления, органы исполнительной власти, для согласования действий – координационный комитет по поиску и спасанию на море. За организацию круглосуточного мониторинга аварийных ситуаций на море и координацию проведения поисково-спасательных операций в пределах морского поисково-спасательного района Украины несет ответственность государственный морской спасательно-координационный центр (ГМСКЦ, г. Одесса) являющийся структурным подразделением КП «Морская поисково-спасательная служба» – морской спасательно-координационный подцентр (МСКПЦ, г. Мариуполь), являющийся структурным подразделением ГМСКЦ

Государственный морской спасательно-координационный центр является самостоятельным юридическим лицом, которое несет ответственность за содействие эффективной организации служб SAR и за координацию проведения операций SAR в пределах национального морского района поиска и спасания. Украинский морской район поиска и спасения представляет собой



(связанный с ГМСКЦ поиска и спасания) район определенных размеров, в пределах которого обеспечиваются поисково-спасательные операции [3].

На рис. 1 представлена карта морской зоны ответственности, районы поиска и спасание Украины, а на рис. 2 показана структура КП «Морская поисково-спасательная служба» [4].

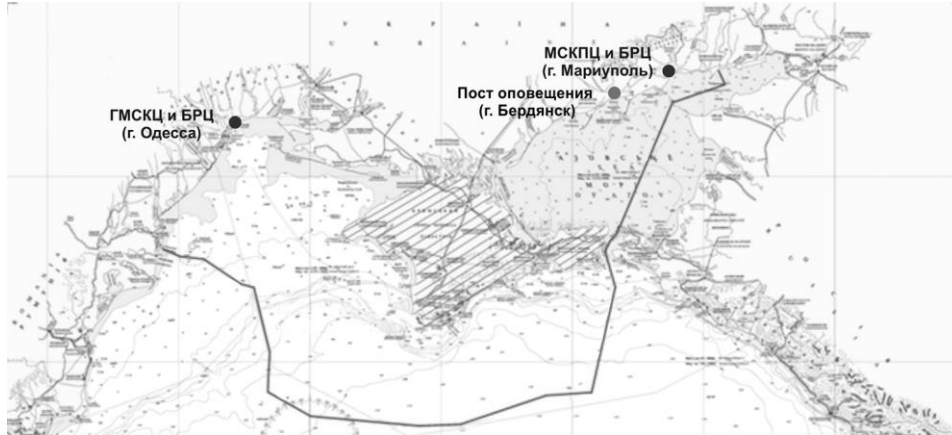


Рисунок 1. Морская зона ответственности, районы поиска и спасание Украины

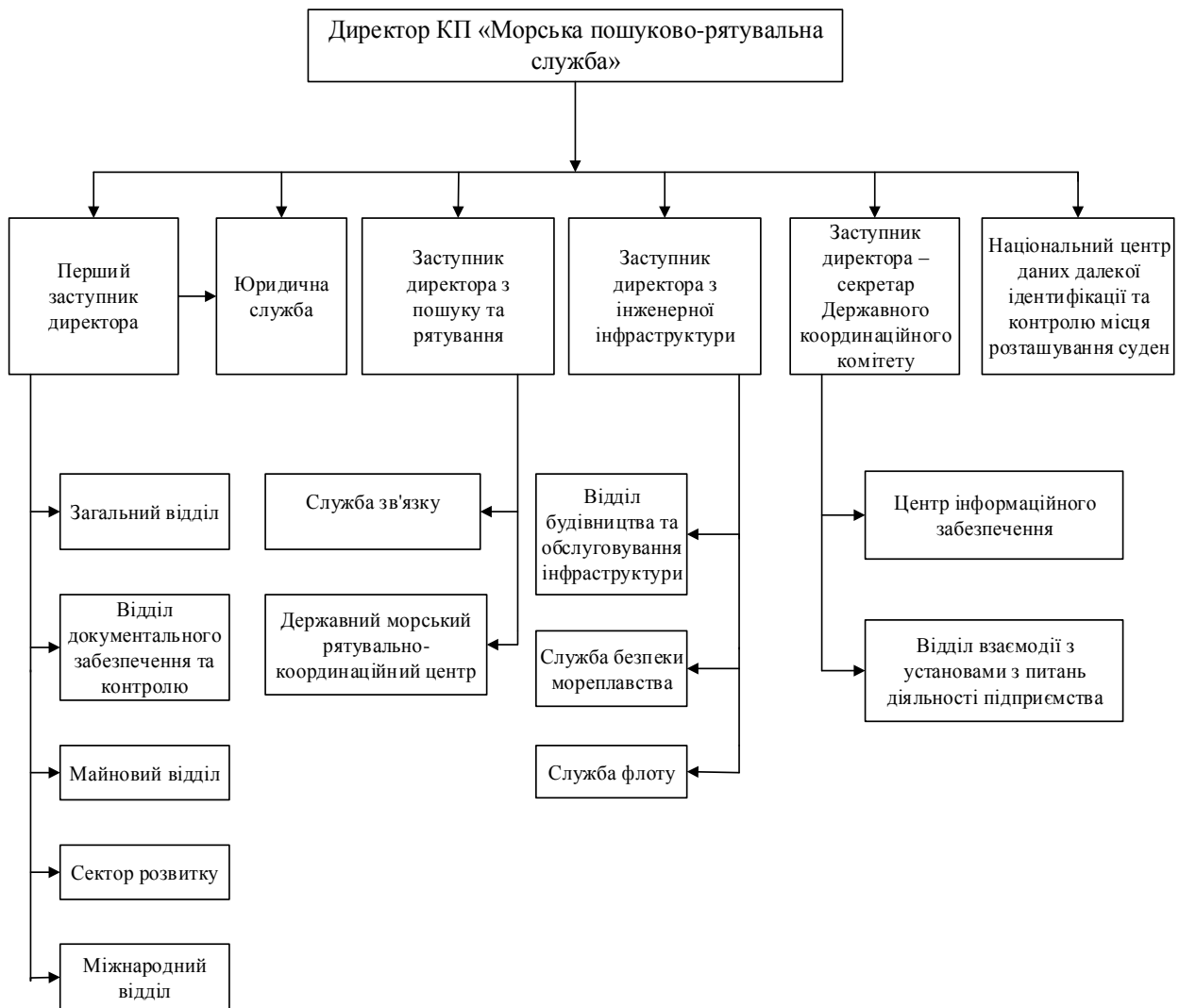


Рисунок 2. Структура КП «Морская поисково-спасательная служба»



Таким образом, говоря о системе, отметим, что система объединяет:

- средства обеспечения связи в пределах всего района поиска и спасания, а также с внешними службами SAR;
- координационный центр поиска и спасания для координации работы служб SAR;
- один или несколько вспомогательных центров поиска и спасания для поддержки координационного центра поиска и спасания в пределах его района поиска и спасания;
- средства SAR, включая поисково-спасательные команды со специализированным оборудованием и обученным персоналом, а также другие ресурсы, которые могут быть использованы для проведения операций SAR;
- координатор на месте проведения операции, назначаемый по необходимости для координации действий всех участвующих средств на – месте проведения операции;
- вспомогательные средства, которые обеспечивают обслуживание в поддержку операций SAR.

Изложение основного материала. Основным принципом построения системы является вовлечение в процесс всей структуры – всех организаций входящих в систему, т.е. формирование системы – это, в первую очередь, процесс организации функциональных связей между ее частями.

Создание и функционирование системы может основываться на следующих пяти методологических принципах [5], приемлемых для системы ЕСПСМ:

- системности. Позволяет четко определить цели создания ЕСПСМ и общие свойства, присущие системе как единому целому; выявляет критерии декомпозиции системы (разделение системы на части) и многообразные типы связей между ее частями. Итак, все связи ЕСПСМ с КП «МПСС» через ГМСКЦ и МСКПЦ в деятельности должны рассматриваться как единое целое.
- развития (открытости). ЕСПСМ должна создаваться с учетом возможности пополнения и обновления ее функций, и состава без нарушения функционирования системы.
- совместимости. При создании системы должны быть реализованы информационные интерфейсы (англ. interface – способ соединения связи с учетом использования Глобальной морской системы связи и безопасности при бедствии). Благодаря возможности связи вся структура системы может взаимодействовать между собой и с другими частями системы, согласно установленным правилам. Так, КП «МПСС» имеет возможность информационно взаимодействовать с ГМСКЦ, а ГМСКЦ с МСКПЦ и наоборот.
- стандартизации. Система и ее части требуют стандартизации, чтобы можно было минимизировать все виды расходов, унифицировать приемы, методы и инструкции, которыми руководствуется персонал.
- эффективности. Достижение рационального соотношения между затратами на создание системы и целевыми эффектами, включая конечные результаты полученные от поиска и спасания.



Кроме рассмотренных принципов можно дополнительно определить еще некоторые принципы построения и функционирования ЕСПСМ:

- новые задачи”. Предусматривает решение новых задач, которые ранее не рассматривались. Задачи по своевременности и оптимальности принятия решений не исполняемые из-за ограниченных возможностей;
- надежность. Предполагает устойчивость работы системы в условиях сбоя отдельных ее частей. Повышает оперативность и качество принимаемых управленческих решений, экономичность;
- автоматизация. Использование новой CALS-технологии позволяющей создать внутри системы эффективно действующую компьютерную систему управления;
- “дружелюбность”. Система должна быть доступной.
- эффективность (окупаемость). Система не должна разорять пользователя и должна окупаться как материально, так и морально;

Развитие ЕСПСМ в Украине предусматривает следующие направления:

- совершенствование существующей системы поиска и спасания людей на море, основанной на взаимодействии органов исполнительной власти, имеющих в ведении и в сфере деятельности силы и средства спасания;
- обеспечение государственной поддержки развития и функционирования системы;
- международное сотрудничеству по поиску и спасанию людей на море [6];
- функционирование единой государственной глобальной автоматизированной системы мониторинга и контроля за местоположением Украинских судов и наблюдения за обстановкой в Мировом океане.

Отметим, выявленные недостатки созданной системы (ЕСПСМ) состоящие в следующем:

- в правовом отношении, на практике бывает сложно разделить спасание людей от спасания имущества, тем не менее, эти институты значительно отличаются друг от друга;
- создание системы поиска и спасания невозможно без анализа маршрута движения судов, анализа степени риска и определения наиболее опасных районов плавания. Для этого необходимо привлекать службу управления движением судов, капитана порта и лоцманскую службу Дельта-лоцман [7];
- мировая практика показывает, что для максимально эффективного ведения морских спасательных операций необходим тандем – специализированные катера плюс вертолеты. Особенно в экстремальных погодных условиях. Это самый надежный и быстрый вид спасения. До сих пор в Украине, к сожалению, отсутствуют специализированные спасательные вертолеты. А вертолеты МЧС не приспособлены к работе в жестких погодных условиях над морем, к тому же имеют ограничения по использованию в темное время суток;



- отсутствие ледокольного судна с осадкой до 5 метров и мощностью 4 мВт. Как показала последняя 2016 – 2017 года зима в Одесском порту, суда были скованы льдом;

- отсутствие общей интеграции черноморских государств с целью объединения усилий не только на основе двусторонних соглашений.

- недостаточное финансирование на закупку спасательной техники и аварийно-спасательного имущества, низкой укомплектованности подразделений имуществом, снижению надежности используемой техники, выслужившей установленные сроки;

- необходимость внедрения современных технологий, внедрение автоматизированных систем деятельности, как на ГМСКЦ, так и на МСКПЦ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Система // Большой Российский энциклопедический словарь. – М.: БРЭ. – 2003. – 1437 с.
2. Наставление по международному авиационному и морскому поиску и спасанию (ИАМСАР) / – Санкт-Петербург: ЦНИИМФ. Том 1 – 150 с., Том 2 – 552 с. Том 3. 2013. – 270 с.
3. Про внесення зміни до військово-адміністративного поділу території України: від 23 січня 2017 р. / Наказ № 12/2017. Президент України. – К.: 2017.
4. Статут казенного підприємства «Морська пошуково-рятувальна служба» Наказ від «25» березня 2016 року № 119. / Затверджено міністерством інфраструктури України, – Одеса: 2016.
5. Магданов П. В. Система управления организацией: понятие и определение / П. В. Магданов. – Пермь: ГУ. Вестник ОГУ №8 (144). 2012. – С. 56 – 62.
6. Про утворення координаційного комітету з пошуку і рятуванню на морі: від 16 листопада 2016 р. / Постанова №830. Кабінет Міністрів України. – К.: 2016.
7. Про забезпечення функціонування єдиної системи пошуку і рятування на морі: від 20 жовтня 2011 р. N 1069 / Постанова Кабінету Міністрів України. – К.: 2011.



ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ РЯТУВАЛЬНИКА В ГІРСЬКІЙ МІСЦЕВОСТІ

Токарський О.І.

Донецький національний технічний університет (ДВНЗ ДонНТУ)
(м. Донецьк, Україна)

Болібрух Б.В.

Національний університет «Львівська політехніка»
(м. Львів, Україна)

Відповідно [1] Робочі навчальні програми з навчального предмета (професійно-практичної підготовки) для підготовки кваліфікованих робітників (рятувальників) розробляються викладачами (майстрами виробничого навчання) і визначають зміст навчальних предметів, відповідно до компетентностей, та тематичний погодинний розподіл, відповідно до робочих навчальних планів.

За результатами здобуття відповідної професійної кваліфікації проводиться державна або проміжна (поетапна) кваліфікаційна атестація, що передбачає оцінювання набутих компетентностей й визначається параметрами: «знає – не знає»; «вміє – не вміє».

Після завершення навчання кожен здобувач освіти повинен уміти самостійно виконувати всі роботи, передбачені кваліфікаційною характеристикою, технологічними умовами і нормами, встановленими у сфері цивільного захисту. Навчання з охорони праці проводиться згідно з вимогами законодавства про охорону праці. До самостійного виконання робіт здобувачі освіти допускаються лише після навчання й перевірки знань з охорони праці.

Проте, проведеним аналізом умов ліквідації надзвичайних ситуацій (НС) в гірській місцевості [2-4] встановлено особливості забезпечення безпеки рятувальників саме в осінньо-зимовий період - період низьких температур. Відповідно, в програмах відсутні методики забезпечення особистого захисту рятувальника в умовах ліквідації (НС). Як засвідчують результати дослідження, домінуючими небезпечними та шкідливими факторами є: низька температура, сильний вітер, снігові опади, різкі перепади температури, проталини снігу, коротка тривалість світлової доби, відсутність надійного радіозв'язку, не ефективні захисні одяг, взуття, головні убори.

В умовах низьких температур, які сягають відмітки -30°C і нижче, постає проблема захисту частин тіла та голови. На відміну від рівня захисту голови пожежника-рятувальника, захист голови рятувальника гірської місцевості залишається проблематичним і не досконалим. Враховуючи відсутність в Україні нормативно-правових актів щодо ефективного функціонування і матеріально технічного забезпечення пошуково-рятувальних служб в гірській місцевості, існує небезпека ураження рятувальників НШФ.

Аналіз діючих вимог до захисних засобів голови рятувальника, які застосовуються в Україні [5,6,7] та Європі підтверджує хибний пріоритет вибору параметрів захисту. Окрім зазначеного, проблема захисту голови рятувальника в



гірській місцевості в умовах впливу низьких температур до теперішнього часу не вирішена.

В умовах низьких температур відбувається звуження судин шкіри, що зменшує тепловіддачу організмом в навколишнє середовище. За умов суттєвих змін температури внутрішнього середовища організму, коли змінюється температура крові, що омиває гіпоталамус, реакції теплового гомеостазу можуть бути надзвичайно потужними. Охолодження ростральних відділів гіпоталамуса призводить до підвищення м'язового тону і, відповідного тремтіння м'язів, що супроводжується виділенням тепла в м'язах[8].

Участь кори і вищих відділів мозку в регуляції кровообігу, направлено на погоджування роботи усієї системи зі складними психічними і фізичними навантаженнями під час здійснення різних видів діяльності. Відповідно надлишкові реакції негативно впливають на виконання завдань, які має виконати рятувальник під час пошуково-рятувальних робіт. Відсутність ефективного захисту голови від низьких температур призводить до порушення ритму дихання, надлишкового серцебиття, неадекватних дій і гальмування реакції щодо прийняття рішення. Суттєве покращення функціонування системи «захист – організм» в екстремальних умовах з координацією включення в неї серцево-судинної компоненти значно покращить діяльність рятувальників системи пошуково-рятувальної служби.

ЛІТЕРАТУРА

1. Стандарт професійної (професійно-технічної) СП(ПТ)О_5169. Наказ МОН України від 12.06.2018 № 823. – Київ: МОН України, 2019. – 26с.
2. Інформаційний лист ГУ ДСНС у Львівській області. Аналіз ліквідації НС в гірській місцевості за 2016-2020 рр.- Львів: ГУ ДСНС, 2020. – 7с.
3. Інформаційний лист У ДСНС у Чернівецькій обл.. Аналіз ліквідації НС в гірській місцевості за 2016-2020 рр.- Чернівці: ГУ ДСНС, 2020.-6с.
4. Інформаційний лист У ДСНС у Закарпатській області. Аналіз ліквідації НС в гірській місцевості за 2016-2020 рр.- Ужгород: ГУ ДСНС, 2020. –5 с.
5. DIN EN 12492-2012 Спорядження альпіністське. Каски для альпіністів. Вимоги безпеки і методи випробовування. – Берлін, 2012. – 24 с.
6. ДСТУ EN 397:2017 Каски захисні промислові (EN 397:2012 + A1:2012, IDT). ДП «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ»).-Київ, 2017.- – 30 с.
7. ДСТУ EN 1077:2017 Шоломи для гірськолижників і сноубордистів (EN 1077:2007, IDT).-Київ, 2017. – 27 с.
8. Умрюхін Є. А. Медико-біологічні аспекти інтелектуальної діяльності. Наукове видання. М.-МГТУ ім. Н.Е.Баумана, 2004. – 320 с.



ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ З ОХОРОНИ ПРАЦІ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

Хворост М.В., Ворожбіян М.І., Іващенко М.Ю.

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
(м. Харків, Україна)

Одним із основних показників стану охорони праці на будь-якому підприємстві є рівень виробничого травматизму та професійної захворюваності. Аналіз статистичних даних щодо нещасних випадків на підприємствах України за період 2009 – 2019 роки свідчить про те, що у 2009 році транспортна галузь займала 4-е місце, а у 2019 році посіла, на жаль, 2-е місце за кількістю нещасних випадків на виробництві.

Найбільший відсоток нещасних випадків (понад 67%) припадає на залізничний транспорт та його підприємства. Одними з основних факторів, що спричиняють такий відсоток травматизму на залізниці, є: енергонасиченість; постійний рух та великі швидкості; робота в польових умовах тощо. Наведені фактори впливають на фізичний та психофізичний стан працівників, спричиняють помилки в роботі, необережність, ігнорування правил безпеки.

Наявність небезпечних і шкідливих виробничих факторів ґрунтується на об'єктивній оцінці впливу різних факторів на організм людини, потребує систематичного аналізу основних причин порушень правил виконання робіт, вимог охорони праці, електробезпеки, пожежної безпеки і виробничої санітарії. При аналізі небезпечних і шкідливих виробничих факторів необхідно розрізняти травмуючий фактор та безпосередньо причину нещасного випадку, як результат порушення стандартів, регламенту робіт, правил, інструкцій чи інших нормативних документів з охорони праці.

Якщо аналізувати виробничий травматизм за період 2000 – 2019 роки на залізничному транспорті, можна зробити висновок, що кількість травмувань зменшилось у 2 рази, а чисельність працюючих – у 1,7 рази, тобто спостерігається зменшення як загальної кількості нещасних випадків, так і по відношенню до кількості працюючих. При цьому показник смертельних травм на виробництві погіршився, так наприклад, кількість нещасних випадків зі смертельним наслідком в період 2013-2019 роки зменшилося на 15 %, при цьому чисельність працюючих на залізниці зменшилася на 26 %.

Якщо звернутися до досліджень закордонних фахівців, які встановили взаємозв'язок нещасних випадків з травмуванням та смертельними випадками – принцип піраміди, вершиною якої є смертельний випадок, то вони свідчать, що на один смертельний випадок на виробництві припадає приблизно 300 травмувань. Порівнюючи із статистикою смертельних випадків та травмувань на залізничному транспорті, це відношення становило у 2009 році – 10 травм на один смертельний випадок, а в 2019 році – 8. Таким чином, можна припустити, що, на жаль, не всі травмування фіксуються. Отже, статистичні дані нещасних



випадків зі смертельним наслідком говорять про те, що охорона праці не в належному стані.

Незважаючи на те, що рівень виробничого травматизму скорочується, це не можна врахувати, як позитивну динаміку. Скорочення травматизму здійснюється при скороченні виробництва, при цьому темпи скорочення безпосередньо виробництва більш високі. А якщо віднести показники смертельних випадків до економічних показників, наприклад, на одиницю вартості продукції, яка випускається, або послуги, які надаються, а в масштабах країни на валовий продукт, то цей показник буде один із гірших в Європі.

До основних причин виникнення виробничого травматизму на залізниці відносяться: технічні (до 6%); організаційні (до 70%); психофізіологічні (до 24%).

Якщо аналізувати технічні причини, то зрозуміло, що одна з основних складових це матеріальна база «Укрзалізниці», амортизація якої становить на рівні 80 %. Суттєвих змін в цій складовій чекати потрібно буде довго – хронічна відсутність фінансів, економічна криза. Тому потрібно зосередитись, в першу чергу, на зниженні травматизму з організаційних та психофізіологічних причин.

Як видно, основними причинами нещасних випадків на транспорті є організаційні, а саме: невиконання посадових обов'язків особою відповідальною за безпечне проведення різних робіт, в тому числі при навантажувально-розвантажувальних роботах; неналежне керівництво роботами, що виконуються із застосуванням вантажопідіймальних кранів; не забезпечено достатній контроль за підлеглими працівниками під час розвантажування піввагона грейферним краном та при виконанні інших видів робіт. На залізничному транспорті велика кількість видів робіт виконується на коліях без припинення руху поїздів, що є дуже небезпечним чинником. Особливо цей чинник характерний для працівників дистанції сигналізації і зв'язку, що виконують технологічний процес обслуговування колійних пристроїв в обмежений час перерви руху поїздів. А найбільший відсоток випадків травмувань пов'язано з не виконанням вимог інструкцій з охорони праці [1].

На жаль, на сьогоднішній день працівники, що працюють на непостійних робочих місцях або часто у відрядженнях, зловживають алкоголем, що теж може призвести до аварій та нещасних випадків, в тому числі зі смертельними випадками. Так, наприклад, на Львівській залізниці почали вже в якості експерименту тестувати працівників перед початком роботи на наявність алкоголю в організмі, цей досвід був поширено на інші структурні підрозділи «Укрзалізниці».

Слід приділяти велику увагу психофізіологічним факторам небезпек, що також є суттєвою причиною травмувань. Вплив психофізіологічної складової пов'язано з наявністю змінної роботи, що призводить до порушення біологічних ритмів і відповідно є додатковим навантаженням на організм. Найчастіше несприятливі умови в пунктах обороту для машиністів локомотивних бригад призводять до низької ефективності відпочинку, а, отже, створюють умови для формування накопичення стомлення. Скорочення кількості працівників



призводить до збільшення фізичної і психофізіологічної складових, що призводить до великих перевантажень і неуважності [2].

Статистика травмувань по професіям говорить про те, що серед робітників, які працюють на непостійних робочих місцях, загальна кількість виробничого травматизму складає до 10%, так робітники, які задіяні при обслуговуванні рухомого складу, мають загальну кількість нещасних випадків до 7 %, усі інші професії на залізниці – в середньому до 4 %. Загалом, загальна кількість нещасних випадків серед працюючих на постійних робочих місцях набагато менша, ніж у працюючих на непостійних робочих місцях (колії, у відрядженні, рейси тощо). Кількість нещасних випадків серед працівників зі стажем роботи до 1 року становить 4 – 5%, а працівників зі стажем роботи більше 1 року у середньому становить 20 – 30% при різних стажових категоріях. Причинами у більшості випадків є недбалість, невиконання інструкцій з охорони праці, фіктивне проходження навчань з охорони праці.

З огляду на вищенаведене, для зниження рівня виробничого травматизму на підприємствах залізниці можна запропонувати наступні основні заходи:

- вдосконалення системи ідентифікації небезпек, оцінювання ризиків, в тому числі, через обстеження небезпечних ділянок виробництва та робочих місць з фіксацією помилок, що допускаються працівниками, які можуть призвести до травмування, та фіксація невиконання інструкцій з охорони праці, з подальшим вдосконаленням останніх;

- при підготовці інженерних кадрів у ВНЗ приділяти більше уваги питанням охорони праці. На жаль останнім часом увага до дисциплін цього профілю зменшилась за рахунок скорочення годин викладання, а отже, необхідно збільшити кількість навчань з охорони праці та перевірки знань безпосередньо на підприємствах «Укрзалізниці» для всіх категорій працюючих, незважаючи на їх стаж роботи;

- адаптація умов праці на робочому місці до працівника, з метою послаблення шкідливого впливу роботи на психофізіологічний стан і, як наслідок, на здоров'я;

- посилити контроль за психофізіологічним станом працівників, особливо при виконанні відповідальних робіт.

Реформування «Укрзалізниці» потребує перегляду всіх напрямків діяльності українських залізниць, у тому числі у сфері охорони праці.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сухорукова Т. Г. Проблеми охорони праці на залізничному транспорті / Т. Г. Сухорукова // Вісник економіки транспорту і промисловості. – Харків, 2017. – Вип. 60. – С. 107 – 114.

2. Брусенцов В. Г. Ергономічне забезпечення діяльності машиністів у швидкісному русі / В. Г. Брусенцов, М. І. Ворожбіян, В. Г. Пузирь та ін. // Збірник наукових праць УкрДУЗТ. – Харків, 2016. – Вип. 160. – С. 120 – 124.



**СЕКЦІЯ 3. ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА, ГОРІННЯ
РЕЧОВИН, БЕЗПЕКА АТОМНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ.
БЕЗПЕКА НА ТРАНСПОРТІ**



ФИЗИКА НЕКОТОРЫХ РАДИАЦИОННЫХ ЯВЛЕНИЙ, ОГРАНИЧИВАЮЩИХ БЕЗОПАСНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ ТИПА ВВЭР

Бабич А.В., Клепиков В.Ф., Остапчук П.Н.

Институт электрофизики и радиационных технологий НАН Украины
(г. Харьков, Украина)

Анализ перспектив развития мировой ядерной энергетики показывает, что в ближайшем будущем ее основу будут составлять реакторы на тепловых нейтронах, охлаждаемые водой под давлением (PWR и ВВЭР), доля которых в настоящее время составляет более 50%. В Украине все 15 работающих энергоблоков типа ВВЭР и вырабатывают они около 50% всей электроэнергии страны. Поэтому безопасность на атомной станции, т.е. обеспечение защиты сотрудников и окружающей среды от радиационного излучения, как во время нормальной работы, так и при возможных авариях – одно из важнейших требований, предъявляемых к таким объектам при их эксплуатации.

Центральной частью ядерного реактора является его активная зона (рис.1). Именно в ней идут процессы деления топлива, выделение энергии, снятие тепловой нагрузки теплоносителем [1]. Активная зона самая напряженная, ответственная и уязвимая часть реакторной установки. Конструкционные материалы, а также изделия из них работают в активной зоне в чрезвычайно сложных условиях, не имеющих аналогов в других областях техники. Это нейтронное, ионное и другие виды облучения, воздействие теплоносителя высоких химических параметров и продуктов деления, термомеханические нагрузки и многое другое. А поскольку длительность работы ядерных реакторов и проектируемых термоядерных установок должна быть не менее 30 лет (иначе они будут экономически невыгодными), то в течение этого же времени должны бесперебойно «работать» и материалы конструкций.

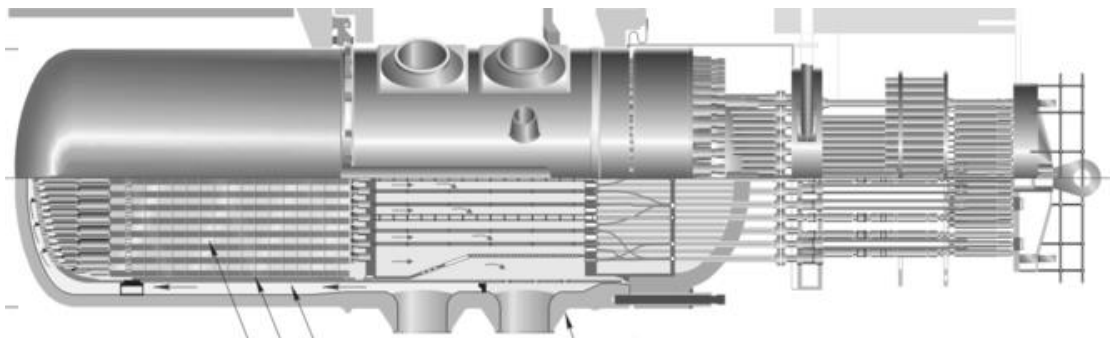


Рисунок 1. Активная зона ядерного реактора ВВЭР

Основная роль конструкционных материалов состоит в обеспечении стабильности геометрии активной зоны под облучением на весь период эксплуатации и в первую очередь тепловыделяющих элементов (ТВЭЛов рис.2) и их сборок (ТВС). Дело в том, что при выгорании ядерного топлива (деления урана 235) кроме осколков деления рождаются вторичные нейтроны с энергией



порядка нескольких МэВ. Эти высокоэнергетические частицы слабо поглощаются топливом из-за малого сечения захвата, зато создают в кристаллической оболочке твэла каскады смещений атомов матрицы из их положений равновесия. С набором дозы идеальная решетка превращается в твердый раствор, пересыщенный точечными дефектами (ТД) – вакансиями и собственными междоузельными атомами (СМА). В дальнейшем эти неравновесные ТД диффундируют и поглощаются дефектами (стоками), изначально имеющимися в кристалле, либо образуют скопления – зародыши новых дефектов (дислокационные петли, поры и т.д.). Поскольку процесс рождения и поглощения ТД стоками происходит непрерывно с увеличением дозы облучения, имеет место эволюция дефектной структуры кристаллического материала, проявляющаяся на макроуровне в виде так называемых радиационных явлений. К ним относятся, например, радиационное распухание, рост, ползучесть.



Рисунок 2. Тепловыделяющий элемент

Явление радиационного распухания (РР) – это увеличение объема и уменьшение плотности облучаемого материала за счет образования и роста в нем вакансионных и газовых пор. Газовые поры образуются за счет агломерации атомов газа (в основном – гелия или водорода) даже при комнатных температурах облучения, при которых вакансии практически неподвижны. Вакансионные поры в условиях реакторного облучения образуются в температурном интервале $0.3...0.6 T_{пл}$ К. Последствия радиационного распухания конструкционных материалов активной зоны быстрых и термоядерных реакторов могут быть достаточно опасными. К самым нежелательным из них следует отнести изгибы, деформацию и увеличение размеров различных конструкций, что может приводить к самосвариванию отдельных деталей, заклиниваниям, перегревам внутри работающих установок. Так, в результате изменения геометрических размеров оболочек твэлов и их кассет, может уменьшиться проходное сечение каналов с теплоносителем, что изменит тепловой режим работы реактора и может привести к заклиниванию кассет с твэлами с вытекающими отсюда серьезными последствиями. Развитие пористости может значительно ухудшить механические и физические свойства конструкционных материалов и ускорить процесс разгерметизации активной зоны реактора и многое другое.



Физический механизм РР связывают с концепцией предпочтительного поглощения внутренними протяженными дефектами кристалла (стоками) радиационных точечных дефектов определенного сорта. Такая особенность стоков (дислокаций, пор, границ зерен) обуславливает некоторую асимметрию диффузионных потоков ТД на них, что в конечном счете ведет к эволюции микроструктуры материала и его макроскопической деформации. Причиной разделения потоков ТД считается более сильное упругое взаимодействие междоузлий с краевыми компонентами дислокаций по сравнению с вакансиями. Говорят, что дислокации эффективнее, чем другие стоки, поглощают СМА (имеют к ним наибольшее предпочтение – «bias»). А тогда остающиеся в избытке вакансии поглощаются порами (более нейтральным стоком для ТД), обуславливая их рост, что в конечном итоге приводит к увеличению объема облучаемого материала. Следует отметить, что концепция «bias»-фактора оказалась достаточно эффективной для объяснения многих аспектов РР кубических кристаллов (всевозможные марки сталей). Но не для ГПУ и в частности циркония. Здесь явление РР подавлено в реакторном интервале температур, однако имеет место проблема радиационного роста.

Это явление сопровождается изменением формы ГПУ-материала без приложения внешней нагрузки и без заметного изменения объема. Так, цирконий в процессе роста расширяется в $\langle a \rangle$ -направлении и сужается вдоль $\langle c \rangle$ -оси. Последствия аналогичны приведенным выше для РР кубических кристаллов. Такое возможно, если на базисных плоскостях зарождаются и растут вакансионные петли, «съедающие» кристалл вдоль $\langle c \rangle$ -оси, а на призматических - междоузельные, образуя дополнительные экстраплоскости в $\langle a \rangle$ -направлении (рис.3).

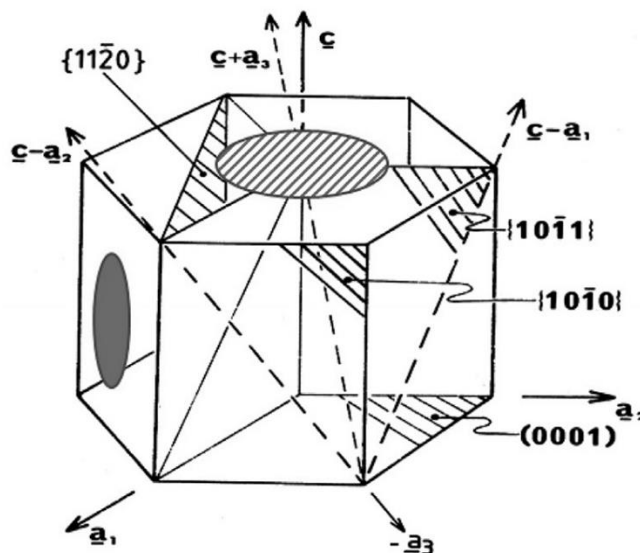


Рисунок 3. Схематическое изображение ГПУ кристалла

Однако механизм зарождения и роста вакансионных петель до сих пор не ясен. Имеющаяся в литературе полуколичественная теория связывает это



явление с анизотропной диффузией ТД в $\langle a \rangle$ - и $\langle c \rangle$ -направлениях. В ней предполагается, что $D_i^a / D_i^c > D_v^a / D_v^c$, где индексы « v, i » относятся к вакансиям и СМА соответственно. Тогда оказывается, что прямолинейные дислокации в базисной и призматической плоскостях переползают в противоположных направлениях, т. е. имеет место разделение диффузионных потоков ТД между ними. В случае приведенного выше неравенства вакансии преимущественно идут в базисную плоскость циркония, указывая тем самым на принципиальную возможность роста там вакансионных петель. Однако экспериментальных подтверждений этого неравенства на сегодняшний день нет. Более того, недавние численные расчеты показали следующее. Вакансии и СМА действительно показывают анизотропную диффузию преимущественно параллельно базисной плоскости ($D_{i,v}^a / D_{i,v}^c$), однако неравенство при $T < 600\text{K}$ как раз обратное $D_i^a / D_i^c < D_v^a / D_v^c$. Поэтому авторы сомневаются в возможности объяснения наблюдаемого роста циркония теорией анизотропной диффузии. Остается только концепция упругого «bias»-фактора.

Ниже рассматривается круговая (радиуса R) краевая петля в базисной плоскости циркония. Численно рассчитывается ее фактор предпочтения $V = 1 - Z_v / Z_i$ (где Z_m - эффективность поглощения петель ТД m -го сорта). Для этого в безразмерных цилиндрических координатах решается следующая диффузионная задача:

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial r^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} + \left(\frac{1}{r} - \frac{\partial E_{\text{int}}}{\partial r} \right) \frac{\partial \psi}{\partial r} - \frac{\partial E_{\text{int}}}{\partial z} \frac{\partial \psi}{\partial z} = 0 \quad (1)$$

с граничными условиями на внутренней r_c и внешней R_{ext} тороидальных поверхностях

$$\psi(r, z) = 0 \quad \text{на} \quad (r^2 + z^2 + R^2 - r_c^2)^2 = 4R^2 r^2 \quad R - r_c \leq r \leq R + r_c \quad (2)$$

$$\psi(r, z) = 1 \quad \text{на} \quad (r^2 + z^2 + R^2 - R_{\text{ext}}^2)^2 = 4R^2 r^2$$

$$R - R_{\text{ext}} \leq r \leq R + R_{\text{ext}} \quad \text{для} \quad R > R_{\text{ext}}; \quad 0 \leq r \leq R + R_{\text{ext}} \quad \text{для} \quad R < R_{\text{ext}}.$$

Искомая величина вычисляется из формулы:

$$Z(r_c, R, R_{\text{ext}}) = \frac{1}{2\pi R} \iint_S \exp(-E_{\text{int}}(r, z)) [\mathbf{n} \nabla \psi(r, z)] d\sigma \quad (3)$$

Здесь $E_{\text{int}}(r, z)$ - энергия упругого взаимодействия ТД с дислокационной петлей; интеграл в (3) берется по произвольной поверхности, содержащей петлю; \mathbf{n} - внешняя нормаль к ней. Аналитическое выражение для $E_{\text{int}}(r, z)$ очень громоздкое, оно приведено в работе [2]. Результат представлен на рис.4. Значение $R_{\text{ext}} = 55b$ соответствует плотности дислокаций $\rho \approx 10^{11} \text{см}^{-2}$, а $R_{\text{ext}} = 125b$ плотности $\rho \approx 2 \cdot 10^{10} \text{см}^{-2}$ (b - величина вектора Бюргерса петли). Штриховая линия соответствует пределу прямолинейной дислокации.

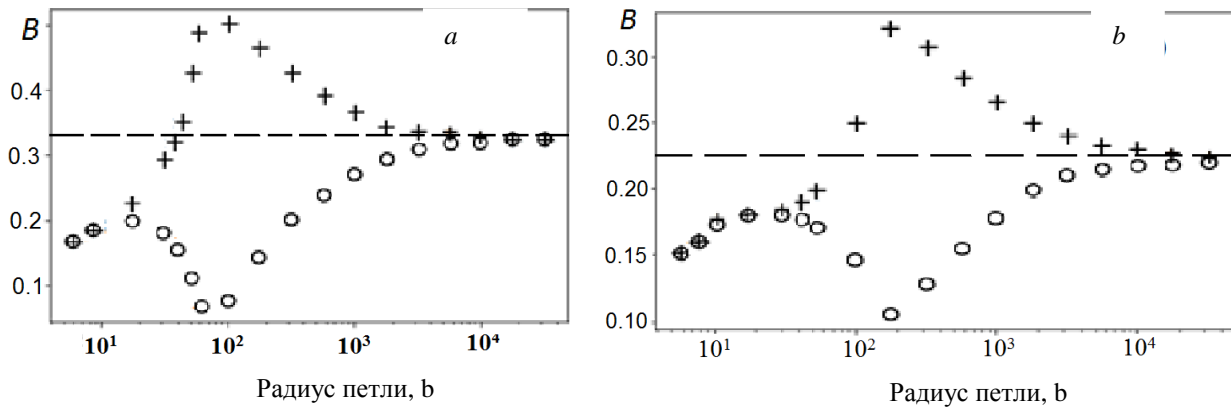


Рисунок 4. Зависимость «bias» фактора от радиуса петли для плотностей дислокаций $\rho \approx 10^{11} \text{ см}^{-2}$ и $\rho \approx 2 \cdot 10^{10} \text{ см}^{-2}$ («+»вакансионные - петли, «0» - междуузельные)

Итак, в работе показано:

Дислокационные петли являются «biased»-стоками, которые эффективнее поглощают СМА, чем вакансии ($B > 0$ как для вакансионных, так и для междуузельных петель);

Фактор предпочтения петли зависит от ее радиуса, плотности стоков (через внешней R_{ext} размер тороида) и ее природы, т.е. «традиционная» симметрия в поглощении ТД петлями разной природы нарушается;

Базисные междуузельные петли в цирконии обладают наименьшим «bias»-фактором, их можно считать основным стоком для вакансий, поэтому они не имеют шансов на выживание, что и наблюдается экспериментально;

Судьба вакансионных петель неоднозначна; большие петли не могут выживать из-за их большего «bias»-фактора по сравнению с прямолинейной дислокацией, однако именно они и наблюдаются в процессе роста кристалла. Их «точкой накопления» можно считать размер, когда $B = B_{прям}$. Однако, если средний «bias»-фактор системы в целом больше, чем у прямолинейной дислокации, то «точка накопления» может расти, а значит и размер выживающих вакансионных петель может увеличиваться. Необходим аналогичный анализ для петель в призматических плоскостях циркония, но это уже другая задача. Работа выполнена за счет средств бюджетной программы Украины «Поддержка приоритетных направлений научных исследований» (КПВК 6541230).

ЛИТЕРАТУРА

1. Белоус В. А., Воеводин В. Н., Змий В. И., Картмазов Г. Н., Лавриненко С. Д., Неклюдов И. М., Пилипенко Н. Н., Шиляев Б. А., Широков Б. М. Современный статус конструкционных материалов ядерных реакторов: Препринт ХФТИ 2013-1. Харьков: ННЦ ХФТИ, 2013, 76 с.
2. Остапчук П. Н., Троценко О. Г. Аналитические методы расчета упругого взаимодействия точечных дефектов с дислокационными петлями в гексагональных кристаллах. ФТТ 2017, т. 59, вып. 5, С. – 912.



ТЕРМОГРАФІЧНИЙ КОНТРОЛЬ КОМПРЕСОРНОГО УСТАТКУВАННЯ НА АЕС ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ

Базалєєв М.І., Брюховецький В.В., Клепиков В.Ф., Литвиненко В.В.,
Прохоренко Є.М.

Інститут електрофізики і радіаційних технологій НАН України
(м. Харків, Україна)

Вступ. Аналіз застосування компресорного обладнання на АЕС показує, що його призначення полягає як забезпеченні сталого планового режиму роботи, так і для ліквідації та запобігання розвитку можливих аварійних ситуацій [1]. В сталому режимі стиснені гази використовуються в пневматичних високовольтних вимикачах та при проведенні ремонтних і планово-попереджувальних робіт. В окрему групу слід виділити компресори для випробувань герметичності оболонок конфайменту. Важливою є група компресорного устаткування що повинно бути задіяним при ліквідації можливих аварійних ситуацій. Так станції нагнітання азоту застосовуються при пожежогасінні, пускові системи дизель-генераторів спрацьовують для забезпечення аварійного електроживлення.

Постановка задачі. Зважаючи на те, що розробником діючих в Україні реакторів є підприємства та установи Росатома, звернемось до змісту сучасних вимог стосовно компресорного обладнання, яке експлуатується на АЕС, зокрема, які викладено в документі [2]. Серед основних вимог передбачається можливість діагностування компресорів пересувними засобами контролю в тому числі дистанційними у випадку необхідності дотримання норм безпеки при здійсненні контролю. Серед переліку параметрів, що підлягають контролю істотне місце припадає на ті, що пов'язані з контролем температури: температура опорних підшипників ковзання та кочення, температура стисненого повітря після фільтрів-адсорберів, температура стисненого повітря в накопичувальних ресіверах системи; температура стисненого повітря після кожного ступеня стиснення. Оскільки температура повітря є динамічним параметром, прецизійність контролю, буде значно коректнішою, якщо контролювати також температуру, дотичних вузлів компресора. Для цього найбільш доречним є метод термографічного контролю. Про такий підхід нами зазначалось в роботі [3]. Зважаючи на особливі умови розміщення контрольного устаткування на майданчику АЕС слід сформулювати певний алгоритм та методологію застосування термографічних приладів.

Обговорення результатів досліджень. Застосування тепловізійної діагностики компресорного обладнання доцільно проводити в кілька стадій, кожна з яких дозволяє отримати більш повну інформацію про теплофізичні процеси, що відбуваються в конструкційних і електротехнічних матеріалах, рухомих механізмах, мастильних і теплообмінних середовищах. Особливості проведення тепловізійного контролю на кожній стадії полягають в наступному:



- попередній візуальний панорамний тепловізійний огляд передбачає отримання тепловізійних знімків без стаціонарної установки камери, що виконує завдання оперативного виявлення при вхідному контролі явних термоаномалій, обумовлених наявністю несправностей устаткування.

- вхідний тепловізійний контроль передбачає отримання тепловізійного зображення випробуваного справного обладнання, що відправляється замовнику. Наявність такого «теплового паспорта» дозволить в майбутньому скоротити час на проведення ремонтно-профілактичних робіт, визначити причини можливих несправностей.

- локальне тепловізійне обстеження може застосовуватися після фіксації відхилень значень контрольованих параметрів діагностичною апаратурою випробувального стенду. Тепловізійне дослідження дозволить виявити осередок перегріву і зрозуміти природу спостережуваного відхилення.

- системне тепловізійне дослідження застосовується для отримання просторово часової динаміки розподілу температурних полів досліджуваного компресорного устаткування. Для цього необхідна стаціонарна (на штативі з умовної координатної координатної прив'язкою) установка тепловізора, запис термограм повинна проводитися із заданою тимчасовою періодичністю, з фіксацією моменту включення, виключення або переходу в інший режим роботи компресора. Подальша обробка термограм проводиться із застосуванням стандартного (додається до приладу) і спеціального програмного забезпечення.



Рисунок 1. Характеристика розподілу температури на поверхні компресору ВК-108Р по термопрофілю 1 в залежності від режиму роботи агрегату

На рисунку 1 вид з правого боку представлені термозображення і термопрофілі розподілу температури на поверхні компресора ВК-108Р за перерізом 1 в залежності від режиму роботи агрегату: режим №1 – тиск повітря – 7кГ/см²; оберти компримируючих гвинтів – 1500 об/хв; режим №2 – тиск повітря – 10кГ/см²; оберти компримируючих гвинтів – 1500 об/хв; режим №3 – тиск повітря – 7кГ/см²; оберти компримируючих гвинтів – 2200 об/хв; режим №4



– тиск повітря – 10 кГ/см^2 ; оберти компресуючих гвинтів – 2200 об/хв; режим №5 – тиск повітря – 7 кГ/см^2 ; оберти компримируючих гвинтів – 2400 об/хв. На працюючому компресорі в сталому тепловому режимі існують потенційно небезпечні вузли зчленування, на яких в умовах дії вібраційного навантаження можуть виникнути дефекти типу «розгерметизація», «концентрація механічних напружень» або «тертя поверхонь зчленування». При цьому, внаслідок виділення теплової енергії вібрації, температура в області таких дефектів підвищується (див.рис.1). Дані про характер просторового розподілу і значення величини температури на корпусі працюючого компресора дозволяють вивчити особливості процесів тепловиділення в компресуючій маслозаповненій гвинтовій парі, оптимізувати температурний режим роботи систем масляного охолодження, вогневідділення і очищення повітря.

Висновки. Термографічний контроль компресорного обладнання, що призначено для експлуатації та експлуатується на АЕС є перспективним інструментом забезпечення дистанційного моніторингу готовності до роботи в штатних та аварійних ситуаціях. Це також забезпечить виконання вимог по забезпеченню стисненим повітрям належної якості пневмоприводів локалізуючої арматури та іншого відповідального обладнання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кирик Г. В. Перспективы развития производства компрессорного и энергетического оборудования для атомной энергетики Украины / Г. В. Кирик, П. Е. Жарков, А. Н. Бондаренко // Компрессорное и энергетическое машиностроение.– № 3(25). – 2011. – С. 2 – 6.
2. Компрессоры для атомных станций (технические требования эксплуатирующей организации) СТО 1.1.1.01.001.0897-2013.
3. Базалеев Н. И. Тепловизионная дефектоскопия и диагностика компрессорного оборудования / Н. И. Базалеев, Б. Б. Бандурян, В. Ф. Клепиков, Г. В. Кирик, А. Д. Стадник // Компрессорное и энергетическое машиностроение. – 2010. – №2(20). – С. 37 – 43.



ГИСТЕРЕЗИС СОПРОТИВЛЕНИЯ ПЛАТИНОВОЙ ПРОВОЛОКИ В ХОЛОДНОЙ ВОДОРОДНОЙ ВОЗДУШНОЙ СМЕСИ

Калинчак В.В., Черненко А.С., Федоренко А.В.

Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова
(г. Одесса, Украина)

Селиванов С.Е.

Херсонская государственная морская академия
(г. Херсон, Украина)

Софронков А.Н.

Одесский государственный экологический университет
(г. Одесса, Украина)

Вступление. Целенаправленное управление макрокинетикой окисления и непосредственно горением горючих газов на частицах и тонких проволочках металлов платиновой группы путем выбора дисперсности (диаметра), относительной концентрации горючего газа и других внешних условий, обуславливающих гистерезис температуры катализатора, является актуальной и недостаточно изученной проблемой [1 – 4]. Одиночная проволока (нить) металлического катализатора (металлы платиновой группы и их сплавы), нагреваемые электрическим током, а также отдельные частицы продолжают использовать для исследования макрокинетических механизмов гетерогенного окисления и беспламенного горения [1, 2]. При правильном выборе диаметра проволоки катализатора, концентрации горючего газа в воздухе, температуре газовой смеси и эквивалентного нагрева электрическим током, возможно возникновение каталитического зажигания, а затем беспламенного горения газовой смеси. Это может осуществляться при определенных концентрациях горючего газа даже в относительно холодных газоздушных смесях при выполнении условия, при котором начальная температура проволоки или нагрев электрическим током превышают критические значения каталитического зажигания.

Тонкая металлическая проволока катализатора используют в качестве первичного датчика термохимического газоанализатора примесей горючих газов в газоздушной смеси. Его работа основана на использовании верхнего высокотемпературного режима гистерезисной (двухзначной) зависимости температуры металлической проволоки катализатора от концентрации примеси горючего газа в газоздушной смеси при постоянном нагреве электрическим током и температуре газоздушной потока [3]. Верхний устойчивый режим характеризуется линейной зависимостью температуры беспламенного горения от концентрации примеси горючего газа для тонкой проволоки, когда лучистыми теплотерями можно пренебречь [4].

Гистерезисом в общем случае называется явление, которое заключается в том, что физическая величина, характеризующая состояние системы,



неоднозначно зависит от физической величины, характеризующей внешние условия [5]. Гистерезис имеет место в тех случаях, когда состояние тела в данный момент времени определяется внешними условиями не только в то же время, но и в предыдущие моменты времени. Системы с гистерезисом нелинейные и могут быть сложными для математического моделирования.

В работах [4, 6] обращается внимание на гистерезисный характер зависимости температуры провода от внешних параметров системы. Это связано с нелинейностью скорости химического тепловыделения от температуры. Изучение характеристик температурного гистерезиса, позволяющие определять параметры химических реакций, является важной темой гетерогенного катализа [7].

Линейной зависимости от концентрации примеси может обладать сопротивление металлической проволоки катализатора или разность потенциалов на концах провода. Это возможно при малости теплопотерь излучением, первом порядке каталитической реакции по горючему газу и ее протекания в диффузионном режиме.

Особенностью гистерезисной зависимости температуры проволоки, например от температуры газовой смеси [6], является возможность осуществления каталитического горения газов в холодных смесях в результате предварительного нагрева катализатора. Такой процесс называется вынужденным воспламенением или зажиганием газа, который до сих пор недостаточно изучен.

Целью работы является аналитическое описание зависимости сопротивления металлической проволоки от концентрации горючего газа и температуры газовой смеси. В качестве предмета исследования рассматриваются режимы каталитического окисления водорода в составе водород-воздушной смеси (объемная доля меньше 10%) на тонкой платиновой проволоке ($d = 0.1$ мм, $L = 108$ мм) ($H_2 + 0.5O_2 \xrightarrow{Pt} H_2O$), подключенной в электрическую цепь со стабилизацией силы тока.

Постановка задачи и результаты исследований. Временная зависимость температуры и сопротивления длинной металлической проволоки катализатора определяется с гистерезисного нестационарного уравнения теплового баланса:

$$c_c \rho_c \frac{V_c}{S_c} \frac{\partial T}{\partial \tau} = q_{eff}, \quad q_{eff} = q_{ch} + q_j - q_g \quad T(t=0) = T_b, \quad (1)$$

$$r_{el} = r_{el,0} [1 + \Omega(T - T_0)] = \frac{4L\eta_0}{\pi d^2} [1 + \Omega(T - T_0)], \quad q_{ch} = Q_a \rho_{gs} k Y_{a,s} (1 + \psi_T), \quad (2)$$

$$k = k_0 \exp\left(-\frac{E}{RT}\right), \quad q_j = \frac{4I^2 \eta}{\pi^2 d^3}, \quad q_g = \beta c_{p,g} \rho_g L e^{-1+m} (T - T_{g0}), \quad Y_{as} = \frac{Y_a}{1 + Se},$$

где Q_a – тепловой эффект реакции, Дж/кг; T_{g0} – температура газовой смеси, К; Y_{as} , Y_a – относительная массовая концентрация горючего газа вблизи поверхности проволоки и в газовой смеси, Se – диффузионно-



кинетическое отношение (отношение диффузионного к кинетическому сопротивлению), E – энергия активации, Дж/моль; R – универсальная газовая постоянная, Дж/(моль·К); ψ_T – поправка на термодиффузию; d , L – диаметр и длина проволоки катализатора, η – удельное сопротивление проволоки, Le – критерий Льюиса.

В дальнейшем удобно ввести эффективную температуру окружающей среды [4, 6]:

$$T_g = T_{g0} + \frac{q_j}{\beta \rho_g c_{pg} Le^{-1+m}} = T_{g0} + \frac{4\eta Le^{1-m}}{Sh \pi^2 D_a \rho_g c_{pg}} \left(\frac{I}{d} \right)^2. \quad (3)$$

Это температура, к которой стремится со временем температура инертной проволоки, нагреваемой электрическим током.

Проведем анализ устойчивых и критических стационарных решений (1) и (2) в виде зависимостей температуры смеси $T_g(T)$ и концентрации горючего газа $Y_a(T)$ от стационарной температуры платиновой проволоки, которые представим в виде [6]:

$$T_g = T - T_Q Y_a \frac{d \rho_{gs} k_0 \exp\left(-\frac{E}{RT}\right)}{D_a \rho_g Sh} \left(1 + Se \left(1 - C_T \frac{T_Q Y_a}{T} \right) \right)^{-1}, \quad (4)$$

$$\psi_T = C_T \frac{T - T_g}{T}, \quad C_T = (2 - n) Le^m, \quad T_Q = \frac{Q_a Le^{1-m}}{c_{pg}}, \quad Se = \frac{k \rho_{gs}}{D_a \rho_g Sh} d$$

$$Y_a = \frac{Sh}{d} \frac{D_a \rho_g}{(1 + \psi_T) \rho_{gs} k_0} (1 + Se) \frac{(T - T_g)}{T_Q} \exp\left(\frac{E}{RT}\right). \quad (5)$$

Расчеты проводились при следующих параметрах: $E = 55$ кДж/моль, $k_0 = 0.8 \cdot 10^6$ м/с, $Q_a = 120.9$ МДж/кгH₂, $D_{a0} = 0.6 \cdot 10^{-4}$ м²/с, $m = 0.33$, $n = 1.82$, $Sh = 0.51$ ($U = 0.15$ м/с), $T_0 = 273$ К, $\rho_{g0} = 1.293$ кг/м³, $c_{pg} = 1005$ Дж/(кг·К), $\Omega = 39.3 \cdot 10^{-4}$ К⁻¹, $\eta_0 = 9.81 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.

На рис. 1а представлена параметрическая зависимость (2), (4) относительного сопротивления платиновой проволочке от эффективной температуры газовой смеси при двух концентрациях примеси водорода. Причем $r_{el} / r_{el,0} \approx T / T_0$. Видно, что для выхода на режим каталитического горения газовой смеси на проволочке катализатора есть два качественно различных пути:

1. Повышение эффективной температуры газовой смеси (непосредственное нагревание смеси или нагрев электрическим током) выше критической температуры воспламенения $T_g > T_{gi}$. В этом случае повышение температуры проволоки катализатора происходит спонтанно (рис. 1а, показано стрелкой). При температуре воспламенения T_{gi} характерно протекание химической реакции в кинетической области $Se \ll 1$ [6]. В этом случае величина T_{gi} слабо зависит от диаметра проволоки [6]. Поэтому, как следует из (3) при



нагревании электрическим током величина силы тока каталитического воспламенения линейно зависит от диаметра проволоки;

2. Предварительный нагрев непосредственно проволоки катализатора так, чтобы начальная температура проволоки оказалась выше температуры зажигания - определенного критического значения (рис.2). Это возможно при температурах газовой смеси $T_{ge} < T_g < T_{gi}$. Критические значения начальной температуры проволоки катализатора (температуры зажигания) лежат в пределах между температурой самовоспламенения (точка e) и погасание (точка e) (рис. 1а, большой пунктир) и удовлетворяющих уравнению (4).

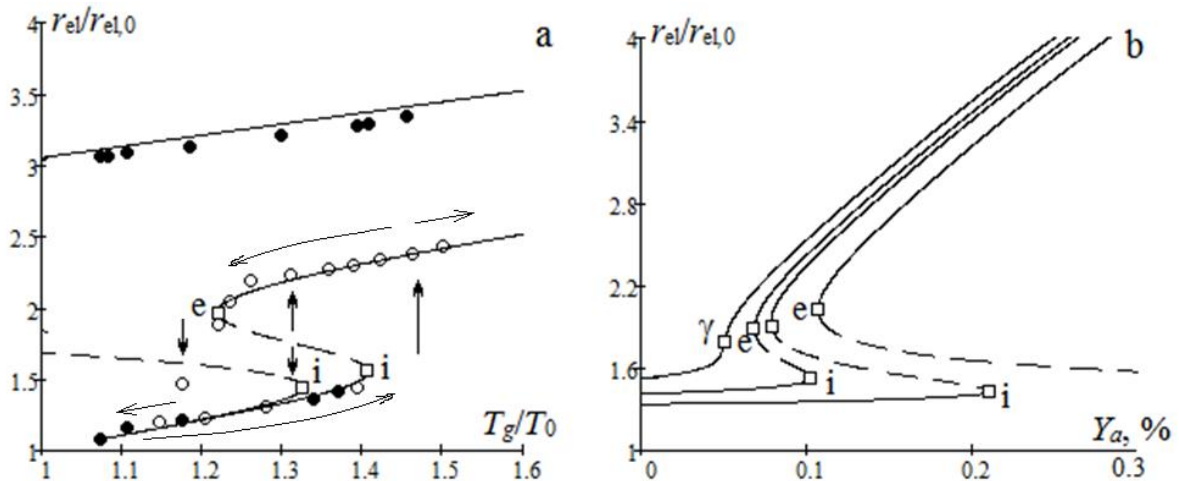


Рисунок 1. а) Зависимость стационарного сопротивления платиновой проволоки (температуры) от безразмерной температуры водородно-воздушной смеси. Концентрация водорода Y_a : 1) \circ – 0.09%, 2) \bullet – 0.19%. Диаметр нити 100 мкм, $Sh = 0.51$. Расчет по (2) и (4).

Крупный пунктир – критические значения начальной температуры и сопротивления проволоки. б) Зависимость стационарного сопротивления проволоки катализатора от концентрации примеси водорода. Температура газовой смеси T_g : 1) 293 К, 2) 360 К, 3) 380 К, 4) 410 К. Расчет по (2) и (5)

Предварительный нагрев проволоки до нужной температуры возможен при индукционном или лазерном импульсном нагреве.

Прекращение каталитического горения происходит при уменьшении температуры каталитического горения до температуры погасания (рис. 1а, точка e, кривая 1) или в результате снижения температуры смеси ($T_g < T_{ge}$), или при снижении концентрации примеси горючего газа (рис. 1б). При высоких концентрациях примеси горючего газа устойчивое каталитическое горение сохраняется при снижении температуры смеси до комнатной температуры, равносильно отключению электрического тока через нить (рис. 1а, кривая 2).

Из рис.1б видно, что критическое значение концентрации примеси Y_{ai} при которой происходит каталитическое самовоспламенение примесей газов сильно зависит от эффективной температуры газовой смеси. Так ее увеличения всего на 20 К приводит к снижению концентрации самовоспламенения примеси в два раза. Поэтому в широком диапазоне значений эффективной температуры газа возможно лишь каталитическое зажигание смеси.



Из рис. 1 видно, что сопротивление (следовательно, и температура) проволоки в режиме каталитического горения практически линейно увеличивается с ростом концентрации примеси водорода и эффективной температуры газовой смеси.

Для оценки времени задержки каталитического зажигания примесей горючего газа на проволоке катализатора можно ограничиваться длительностью изменения температуры от точки перегиба (i') до стационарного значения (m)[8]. Длительность этой стадии можно оценить как:

$$\tau_2 = \tau_\alpha \ln \left(\left(1 - \frac{T_{b,i} + RT_{b,i}^2 / E}{T_m} \right) \frac{1}{\delta} \right), \quad T_m = T_g + \frac{Q_a Y_a}{c_{pg}} Le^{1-m},$$

где $\delta = 1\%$ – задаваемое отклонение от расчетной стационарной температуры беспламенного горения T_m .

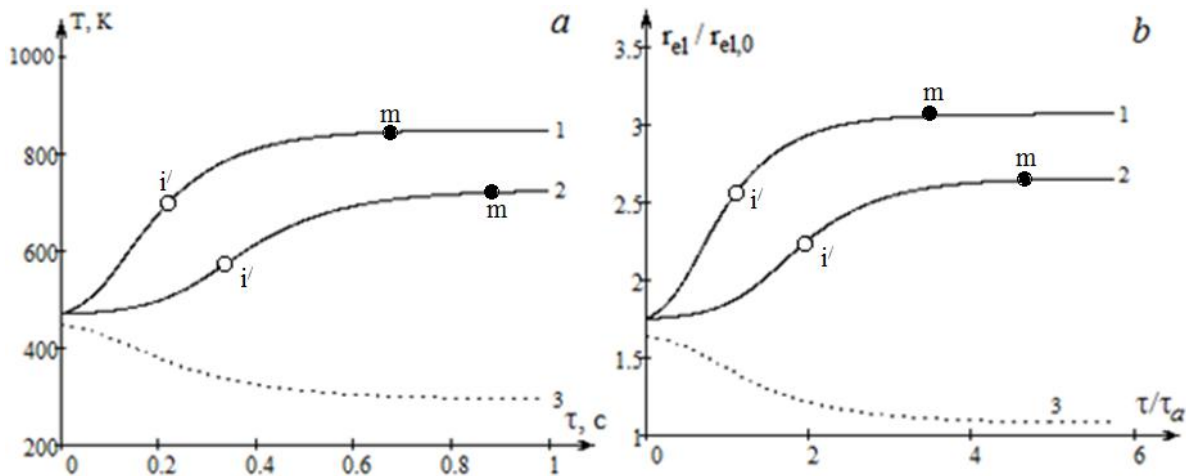


Рисунок 2. Временные зависимости а) температуры проволоки катализатора со временем и б) относительного сопротивления проволоки диаметром 100 мкм ($Sh = 0.51$) в газовой смеси температуры 293К с примесью водорода: 1) $Y_a = 0.19\%$, 2) $Y_a = 0.15\%$, 3) $Y_a = 0.19\%$ и 0.15% . Начальная температура проволоки: $T_{b1} = T_{b2} = 470$ К, $T_{b3} = 440$ К. Для $Y_a = 0.19\%$ критическое значение начальной температуры $T_{b,i} = 445$ К, для $Y_a = 0.15\%$ – $T_{b,i} = 463$ К. \circ – точки перегиба i' , \bullet – момент достижения стационарных температуры и сопротивления: $T_m = 863$ К и 733 К и для $Y_a = 0.19\%$ и 0.15% , соответственно. Характерное время:

$$\tau_\alpha = c_c \rho_c d / (4\beta c_{pg} \rho_g Le^{-1+m})$$

Выводы. Впервые аналитически получены зависимости стационарного сопротивления платиновой проволоки катализатора от температуры газовой смеси и концентрации примеси водорода, который проявляют гистерезисный характер. Они могут быть использованы в экспериментальных методах исследования термокинетических характеристик каталитического горения газовой смеси с примесью водорода.

Каталитическое горение холодных водородно-воздушных смесей возможно при повышении начальной температуры проволоки выше критического значения зажигания. Увеличение концентрации горючего газа в несколько раз практически не влияет на критическое значение начальной



температуры и сопротивления проволок, необходимое для каталитического воспламенения (рис. 2). Это объясняется тем, что каталитическое воспламенение протекает в основном в кинетическом режиме каталитической реакции, согласно которому критическая температура зажигания является слабой функцией концентрации примеси горючего газа.

Аналогичные результаты использования проволоки (частицы) из металлов платиновой группы и их сплавов в качестве катализатора окисления можно получить при рассмотрении реакций окисления и каталитического горения оксида углерода, углеводородов (метана, бензола, пропана, бутана) при правильном выборе макрокинетических условий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Trevino C., Higuera F. J. and Linan A. Transient ignition and combustion of diluted hydrogen/air mixtures by a thin catalytic wire// Proceedings of the Combustion Institute. – 2002. – Vol. 29 – P. 981 – 988.
2. Mitu Maria, Razus Domnina, Oancea Dumitru Coupled Catalytic/Gas Phase Ignition of Propane-Oxygen-Inert Mixtures on an Isothermally Heated Platinum Filament Supported on Quartz Bar // Revista de Chimie (Bucharest) – 2018. – Vol. 69(4). – P. 870 – 874.
3. Liqun Wu, Ting Zhang, Hongcheng Wang, Chengxin Tang and Linan Zhang A Novel Fabricating Process of Catalytic Gas Sensor Based on Droplet Generating Technology // Micromachines. – 2019. – Vol. 10 (1). – P. 71.
4. Франк-Каменецкий Д.А. Диффузия и теплопередача в химической кинетике. – М.: Наука, 1987. – 502 с.
5. Физическая энциклопедия/ Гл. ред. А. М. Прохоров, редкол.: Д. М. Алексеев [и др.]. — Т.1. — Сов. энцикл., 1988. – 704 с.
6. Kalinchak, V. V.; Chernenko, A. S.; Sofronkov A. N., Fedorenko A.V. Influence of Thermal Diffusion on the Hysteresis's Area of Hydrogen Impurities's Catalytic Combustion on Platinum Wire // Physics and chemistry of solid state. – 2017. – Т.18, Vol.1. – P. 52 – 57.
7. Soubaihi R. M., Saoud K.M. and Dutta J. Critical Review of Low-Temperature CO Oxidation and Hysteresis Phenomenon on Heterogeneous // Catalysts. – 2018. – Vol. 8(12). – P. 660 – 666.
8. Калінчак В. В., Черненко О. С., Шевчук В. Г., Софронков О. Н., Селіванов С. Є. Період індукції і температура горіння холодних газоповітряних сумішей з домішками горючого газу на платиновій частинці (нитці) // Матеріали V міжнародної науково-практичної конференції «Безпека життєдіяльності на транспорті і виробництві - освіта, наука, практика», м. Херсон, 13-15 вересня 2018 року. – С. 148 – 157.



ELECTRIC RESISTENCE HYSTERESIS OF PLATINUM FILAMENT IN CHILLED AIR/HYDROGEN MIXTURES

Kalinchak V.V., Chernenko O.S

Odessa National University named after I. I. Mechnykov
(Odessa, Ukraine)

Fedorenko A.V., Kramarenko V.V.

Danube Institute National University «Odessa Maritime Academy»
(Izmail, Ukraine)

Selivanov S.E.

Kherson State Maritime Academy
(Kherson, Ukraine)

Sofronkov O.N.

Odessa State Ecological University
(Odessa, Ukraine)

Introduction. Aimed control of oxidation and flameless combustible gases combustion on platinum group particles and thin wire filaments by means of choosing dispersivity (diameter), relative combustible gas concentration and other ambient factors contributing to catalyst's thermal hysteresis construes a persistent and insufficiently studied problem [1-4]. A single wire (thread) filament of metallic catalyst (platinum group metals and their alloys) preheated by electric current and individual fine particles are still being used in research on macrokinetic mechanism of heterogeneous oxidation and flameless combustion [1, 2]. With correct selection of catalyst filament diameter, combustible gas content in air, air/gas mixture temperature and appropriate preheating with electric current catalytic ignition becomes possible with eventual flameless combustion of gaseous mixture. This process may occur under certain combustible gas concentration even with relatively cool air/gas mixtures providing that initial wire filament temperature or preheating by electric current exceed critical value of catalytic ignition point.

Thin metallic catalyst filament is normally applied as an initial sensor of thermochemical gas detector indicating presence of combustible gases in air/gas mixtures. Its operation is based on application of upper high-temperature regime of hysteretic (binary) relation between catalyst metallic filament temperature and combustible gas admixture concentration in air gas mixture with steady heating by electric current and air/gas flow temperature [3]. The upper steady mode is described by linear relation of flameless combustion temperature and combustible gas admixture content for thin filament, where heat losses with radiation may be ignored [4].

Hysteresis in general is described as a phenomenon consisting in multiple correlation between physical value describing system status and physical value describing ambient conditions [5]. Hysteresis occurs when an instantaneous object condition is determined by ambient conditions prevailing not only at the moment but



also during preceding time. Systems where hysteresis exists are non-linear and may be difficult for mathematic simulation.

Works [4, 6] are focused on hysteretic nature of relation between filament temperature and system's ambient parameters. It is caused by non-linear relation chemical heat emission intensity and temperature. Studies of thermal hysteresis parameters allowing to identify chemical reactions' parameters is an important aspect of heterogeneous catalysis [7].

Admixture content may establish linear relation with metallic catalyst filament resistance or potentials drop at the ends of the wire filament. It is possible with minor thermal losses with radiation, combustible gas first order catalyst reaction and its running in diffusion mode.

Specific feature of hysteretic relation between filament temperature and, for example, gaseous mixture temperature [6] consists in possible gas catalytic combustion in cold mixtures due to catalyst preheating. Such a process is known as compelled gas ignition, which is so far insufficiently studied.

Aim of work consists in analytic description of relation between electric resistance of metallic filament and combustible gas concentration and air/gas mixture temperature. Subject of research consists in modes of catalyst oxidation of hydrogen in air/hydrogen mixture (volumetric content below 10%) on thin platinum filament ($d = 0.1$ mm, $L = 108$ mm) ($H_2 + 0.5O_2 \xrightarrow{Pt} H_2O$) introduced into electric circuit with stabilized intensity of electric current.

Research objective and research results.

Time dependence of temperature on metallic catalyst resistance is defined from hysteretic non-stationery heat balance equation:

$$c_c \rho_c \frac{V_c}{S_c} \frac{\partial T}{\partial \tau} = q_{eff}, \quad q_{eff} = q_{ch} + q_j - q_g \quad T(t=0) = T_b, \quad (1)$$

$$r_{el} = r_{el,0} [1 + \Omega(T - T_0)] = \frac{4L\eta_0}{\pi d^2} [1 + \Omega(T - T_0)], \quad (2)$$

$$q_{ch} = Q_a \rho_{gs} k Y_{a,s} (1 + \psi_T), \quad q_j = \frac{4I^2 \eta}{\pi^2 d^3}, \quad q_g = \beta c_{p,g} \rho_g L e^{1-m} (T - T_{g0}), \quad Y_{as} = \frac{Y_a}{1 + Se},$$

with Q_a – reaction heat effect, J/kg; T_{g0} – air/gas mixture temperature, K; Y_{as} , Y_a – combustible gas relative mass ratio near filament surface and in air/gas mixture, Se – diffusional/kinetic relation (relation between diffusional and kinetic resistance), E – activation energy, J/mole; R – absolute gas constant, J/(mole·K); ψ_T – thermal diffusion correction, L – catalyst filament length, η – filament specific resistance.

At the further stage it is convenient to introduce efficient ambient temperature value [4, 6]:

$$T_g = T_{g0} + \frac{q_j}{\beta c_{pg} \rho_g L e^{1-m}} = T_{g0} + \frac{4\eta L e^{-1+m}}{Sh \pi^2 D_g c_{pg} \rho_g} \left(\frac{I}{d} \right)^2. \quad (3)$$

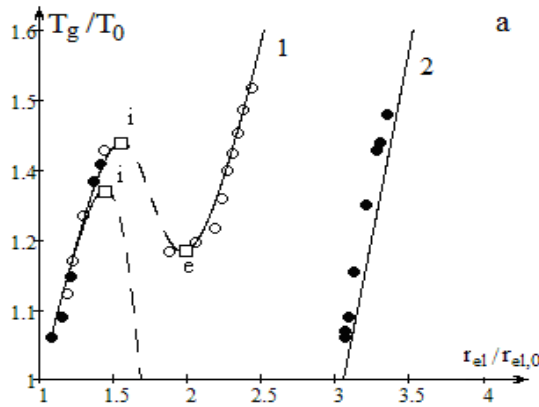


Figure 1a. Relation of abstract air/hydrogen mixture temperature and platinum filament stationery resistance. Hydrogen ratio Y_a : 1) 0.09%, 2) 0.19%. Filament diameter 100 mcm, $Sh = 0.51$. Calculations completed applying (2) and (4)

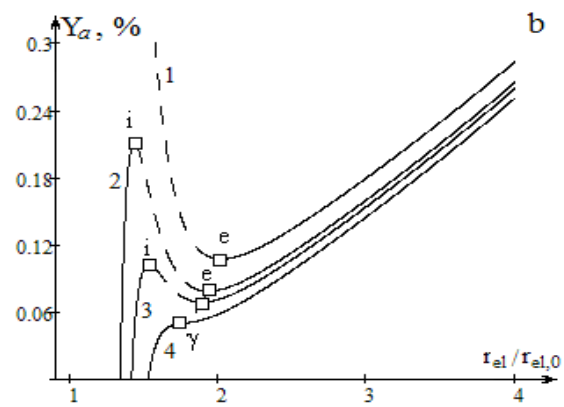


Figure 1b. Hydrogen admixture ratio dependence on catalyst wire stationery resistance. Air/gas mixture temperature T_g : 1) 293 K, 2) 360 K, 3) 380 K, 4) 410 K. Calculations completed applying (2) and (5)

The temperature value corresponds to value to which filament temperature strives with time being heated by electric current.

Let us review steady and critical stationery solutions (1) and (2) in a form of relations between temperature of mixture $T_g(T)$, combustible gas ratio $Y_a(T)$ and platinum filament stationery temperature represented in form [6]:

$$T_g = T - T_Q Y_a \frac{d\rho_{gs} k_0 \exp\left(-\frac{E}{RT}\right)}{D_a Sh \rho_g} \left(1 + Se \left(1 - C_T \frac{T_Q Y_a}{T}\right)\right)^{-1}, \quad (4)$$

$$\psi_T = C_T \frac{T - T_g}{T}, \quad C_T = (2 - n) Le^m, \quad T_Q = \frac{Q_a Le^{1-m}}{c_{pg}}, \quad Se = \frac{k \rho_{gs}}{D_a Sh \rho_g} d$$

$$Y_a = \frac{Sh}{d} \frac{D_a \rho_g}{(1 + \psi_T) \rho_{gs} k_0} \left(1 + Se\right) \frac{(T - T_g)}{T_Q} \exp\left(\frac{E}{RT}\right). \quad (5)$$

Calculations have been performed applying parameters, as follows, $E = 55$ kJ/mole, $k_0 = 0.8 \cdot 10^6$ m/s, $Q_a = 120.9$ MJ/kgH₂, $D_{a0} = 0.6 \cdot 10^{-4}$ m²/s, $m = 0.33$, $n = 1.82$, $Sh = 0.51$ ($U = 0.15$ m/s), $T_0 = 273$ K, $\rho_{g0} = 1.293$ kg/m³, $c_g = 1005$ J/(kg·K), $\Omega = 39.3 \cdot 10^{-4}$ K⁻¹, $\eta_0 = 9.81 \cdot 10^{-8}$ Ohm·m.

Fig. 1a represents a parametrical relation (2), (4) between air/gas mixture efficient temperature and platinum filament relative resistance for two values of hydrogen admixture concentration with $r_{el} / r_{el,0} \approx T / T_0$. Obviously, two ways differing in quality may enable to achieve an air/gas mixture catalytic combustion mode on catalyst filament:

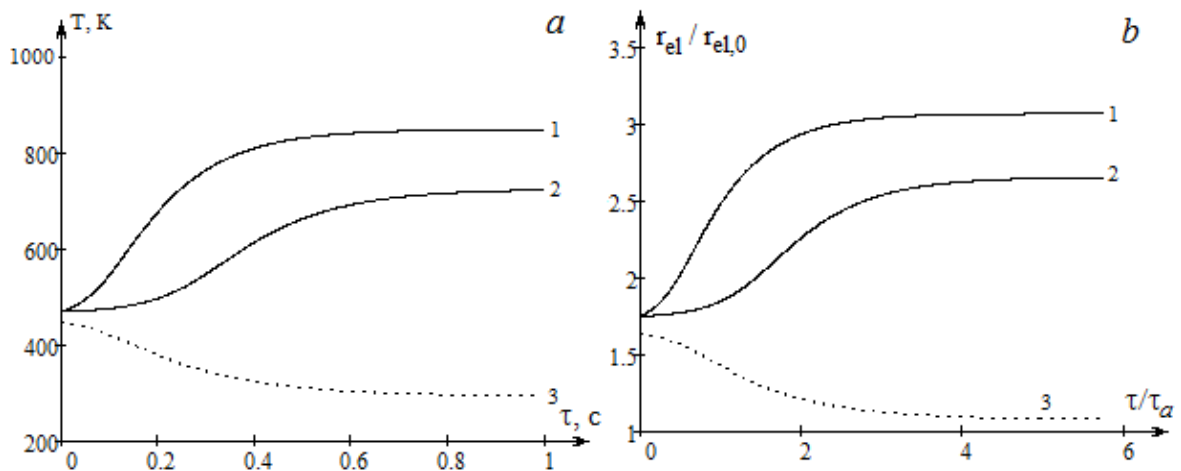


Figure 2. Time dependences a) catalyst wire filament temperature with time b) relative resistance of 100 μm diameter wire in gaseous mixture with 293K temperature with hydrogen admixtures: 1) $Y_a = 0.19\%$, 2) $Y_a = 0.15\%$, 3) $Y_a = 0.19\%$ and 0.15% . Initial filament temperature: $T_{b1} = T_{b2} = 470$ K, $T_{b3} = 440$ K. Characteristic time: $\tau_a = c_c \rho_c d / (4\beta c_{pg} \rho_g L e^{1-m})$.

1. Gaseous mixture efficient temperature may be increased either by means of direct heating, or by means of electric current to exceed critical ignition point $T_g > T_{gi}$. In this case the catalyst filament temperature increases spontaneously. At an ignition temperature T_{gi} . Chemical reaction takes place in kinetic zone $Se \square 1$ [6]. Under such a condition the T_{gi} value slightly depends on the filament diameter [6]. Therefore, as illustrated by (3) the current intensity value for catalytic ignition takes a linear dependence on filament diameter as it is heated by electric current

2. Catalyst filament direct preheating with initial filament temperature exceeding ignition point – a certain critical value (Fig. 2). It is possible providing the gaseous mixture falls within an interval $T_{ge} < T_g < T_{gi}$. Critical values of initial temperature of catalyst filament (ignition point) are within self-ignition point (condition point i) and fading point (condition point e) (Fig. 1a, extended dash line) and obey the equation (4).

Preheating of a filament to achieve required temperature is possible applying impulse, induced or laser preheating techniques.

Catalytic combustion ceases with catalytic combustion temperature decrease to fade point (Fig. 1a, condition point e, curve 1) or as a result of gaseous mixture temperature drop ($T_g < T_{ge}$), or combustible gas ratio drop (Fig. 1b). Steady catalytic combustion may be maintained at high combustible gas ratio even with mixture temperature drop to indoor temperature value which may be considered identical to switching off the electric current supplied to the filament (Fig. 1a, Curve 2).

Fig.1b illustrates that admixture critical ratio Y_{ai} provoking catalytic self-ignition of gaseous admixture depends on efficient temperature value of gaseous mixture. For instance, its increase to 20 K only results to double decrease of admixture ratio required for self-ignition. Therefore, only catalytic ignition is applicable for wide range of efficient temperature of gaseous mixtures.



Fig. 1 illustrates that the filament resistance (and, consequently, temperature) in catalytic combustion mode experiences a linear magnification with increase of hydrogen admixture ratio and air gas mixture efficient temperature.

Conclusions. These analytic relations between stationery resistance of a catalyst platinum filament and air/gas mixture temperature and hydrogen admixture ratio representing hysteretic nature are obtained for the first time. They may be applied in experimental researches of thermal and kinetic characteristics of catalytic combustion of air/hydrogen mixtures.

Catalytic combustion of cool air/hydrogen mixtures is possible with increase of initial filament temperature exceeding critical value. Increase in combustible gas ratio by several times does not practically affect critical value of initial temperature and the filament resistance (Fig. 2). The explanation lies in the fact that catalytic ignition occurs mainly in kinetic mode of catalytic reaction, where critical ignition temperature is a feeble function of combustible gas admixture ratio.

Similar results with platinum group filaments (fines) application may be achieved reviewing results of oxidation and catalytic combustion of carbon monoxide, hydrocarbons (methane, benzene, propane, butane) with correctly selected macro kinetic conditions.

REFERENCES

1. Trevino C., Higuera F. J. and Linan A. Transient ignition and combustion of diluted hydrogen/air mixtures by a thin catalytic wire// Proceedings of the Combustion Institute. – 2002. – Vol. 29 – P. 981 – 988.
2. Mitu Maria, Razus Domnina, Oancea Dumitru Coupled Catalytic/Gas Phase Ignition of Propane-Oxygen-Inert Mixtures on an Isothermally Heated Platinum Filament Supported on Quartz Bar // Revista de Chimie (Bucharest) – 2018. – Vol. 69(4). – P. 870 – 874.
3. Liqun Wu, Ting Zhang, Hongcheng Wang, Chengxin Tang and Linan Zhang A Novel Fabricating Process of Catalytic Gas Sensor Based on Droplet Generating Technology // Micromachines. – 2019. – Vol. 10 (1). – P. 71.
4. Франк-Каменецкий Д.А. Диффузия и теплопередача в химической кинетике. – М.: Наука, 1987. – 502 с.
5. Физическая энциклопедия/ Гл. ред. А. М. Прохоров, редкол.: Д. М. Алексеев [и др.]. — Т.1. — Сов. энцикл., 1988. – 704 с.
6. Kalinchak, V. V.; Chernenko, A. S.; Sofronkov A.N., Fedorenko A.V. Influence of Thermal Diffusion on the Hysteresis's Area of Hydrogen Impurities's Catalytic Combustion on Platinum Wire // Physics and chemistry of solid state. – 2017. – Т.18, Vol.1. – P. 52 – 57.
7. Soubaihi R. M., Saoud K.M. and Dutta J. Critical Review of Low-Temperature CO Oxidation and Hysteresis Phenomenon on Heterogeneous // Catalysts. – 2018. – Vol. 8(12). – P. 660 – 666.



ПРО ДОЦІЛЬНІСТЬ ПРОВЕДЕННЯ ТЕРМОГРАФІЧНОГО МОНІТОРИНГУ НА БРИЗКАЛЬНИХ БАСЕЙНАХ АЕС

Литвиненко В.В., Мєлякова О.А., Прохоренко Є.М., Погребняк П.С.
Інститут електрофізики і радіаційних технологій НАН України
(м. Харків, Україна)

Вступ. Однією з найважливіших складових впливу атомної енергетики на довкілля є утилізація низькопотенційного тепла. Зазвичай для цього застосовуються природні або штучні водоймища а також такі гідротехнічні споруди як градирні та бризкальні басейни. Зважаючи на те, що на сталих технологічних режимах виникає необхідність охолодження води на декілька градусів, цілком достатнім є використання бризкальних басейнів. Про їх значення для технології виробництва електроенергії та для забезпечення комплексно безпеки АЕС свідчить той приклад, що Кабінетом міністрів України у 2016 році прийнято рішення про будівництво бризкальних басейнів на Южно-Українській АЕС з метою можливості збільшення виробництва електроенергії на 700 млн. кВт х год на рік. Необхідність в такому запасі можливостей підвищення виробництва електроенергії зумовлена також і тим, що в Україні вводяться в експлуатацію розосереджені джерела генерації (фотоперетворювальні та вітрові ЕС) для яких паралельно необхідно мати сталопрацюючі маневрові генеруючі потужності.

Зважаючи на те, що МАГАТЕ, завжди суттєво переглядає вимоги до безпеки після крупних аварій на АЕС, таких як Чорнобильська АЕС та АЕС «Фукусіма-1», підвищена увага до надійності резервуарів охолоджуючої води та засобів її подачі для охолодження активної зони реактора та конденсатора пари турбіни є запорукою запобігання виникнення аварій з тяжким наслідками подібними до тих, що сталися на згаданих АЕС. Окрім проблеми забезпечення живлення насосів важливим є також надійність комунікацій та споруд та пристроїв з охолодження технічної води. Одним з засобів інтенсивного охолодження технічної води відповідальних споживачів АЕС, як вже зазначалось, є бризкальні басейни, при цьому надійність їх функціонування визначається цілісністю нагнітаючих та відвідних трубопроводів, запірної та регулюючої арматури, залізобетонних конструкцій (дна та відкосів), зсувостійкістю ґрунтів під дном в околі самих басейнів. Вказані вимоги формалізовані у відповідних нормативних документах.

Постановка задачі. Сучасні тенденції діджиталізації зумовлюють переглянути підходи до процедур моніторингу стану елементів бризкальних басейнів: комунікацій, запірної арматури, форсунок (сопел), бетонних конструкцій, опорних ґрунтів.

Механізми руйнівних процесів полягають тому, що басейни є відкритими, отже перебувають під впливом атмосферних чинників: коливання температури, вітру, осадів а також знаходяться з довкіллям в стані постійного масообміну : пил, листя рослинність та ін. Діючі інструкції передбачають необхідність



вимірювання температури води, повітря, рівня води, напрямку вітру та візуального спостереження за рівномірністю диспергування води форсунками.

Серед чималої кількості методик неруйнівного контролю за станом обладнання та споруд в енергетиці в тому числі АЕС, вирізняються методи термографічного контролю. Їх особливість полягає в тому, що вони можуть бути як ефективним інструментом доповнення візуального огляду, так і засобом ідентифікації дефектів. Згідно звіту ОАК Ridge National Laboratory, зробленого на замовлення Міністерства енергетики США, термографічні методи входять до переліку засобів неруйнівного контролю, які застосовуються в ядерній енергетиці. Отже видається доцільним активізувати роботи з залучення цих методів до підвищення якості моніторингу за станом споруд АЕС, зокрема бризкальних басейнів.

Методи дослідження. Для проведення вимірювань динаміки зміни теплового поля нами застосовувалась термографічна камера Fluke 32Ti з температурним розрізненням 0,05 К та стандартним програмним пакетом для обробки термограм. Розрахунок динаміки зміни температурного поля проводився з застосуванням авторського програмного забезпечення.

Обговорення результатів досліджень. Здійснюючи в процесі виконання роботи аналіз проведених термографічних досліджень на мережі бризкальних басейнів Запорізької АЕС виникає все більше аргументів на користь доцільності інтеграції наявних напрацювань до методично інструктивної бази з прийомки, експлуатації, ремонту бризкальних басейнів АЕС. Як вже зазначалось наявність охолоджуючих водних резервуарів є запорукою безпечної експлуатації та можливості за потреби змінювати режими роботи АЕС. Так зменшення споживання електроенергії у зв'язку з карантинними заходами, започаткованими з березня 2020 року, зумовили зупинку низки енергоблоків на АЕС України. Така зупинка супроводжувалась переведенням в резервний стан також і бризкальних басейнів, що в своє чергу вносить додаткові особливості в моніторинг за їх станом, якщо провести співставлення з діючими інструкціями з експлуатації. Так, якщо узагальнити зміст документу [1], можна наголосити на наступних процесах, що зумовлюють відхилення роботи бризкальних басейнів від штатних режимів та спричиняють руйнування:

утворення крижаного шару на поверхні утримувачів сопел та укріплюючих залізобетонних конструкцій відкосів, що призводить до їх передчасного руйнування;

засмічення муловими відкладеннями трубопроводів, сопел, насосів, руйнування бетонних споруд (проблема настільки значна, що на Южно-Українській АЕС передбачена роботизована система збирання та видалення мулу).

На етапі прийомки до роботи після спорудження або капітального ремонту необхідно відстежувати можливу інфільтрацію води через донні та берегові поверхні. Для уникнення утворення крижаного шару в зимовий період рекомендується підвищувати рівень води в басейні шляхом напуску її через



холості водоскиди, тобто минаючи форсунки і тим самим на знижуючи температуру води. Примусове регулювання рівня води, але вже шляхом його зниження застосовується у випадку утворення нетовстого (до 2мм) крижаного шару на поверхні басейну в результаті чого крига буде руйнуватися. Зазначимо, що дані дії можливі за умови стаціонарного режиму роботи самого енергоблоку, тобто за наявності скиду підігрітої води з конденсатору турбіни. Отже задача переходу від режиму контролю до моніторингу з додатковим застосуванням більш досконалої техніки дистанційного контролю є цілком обґрунтованою. Це полягатиме в проведенні моніторингу за тепломасообмінними процесами на досить масштабному відкритому об'єкті в умовах природної зміни температурних та погодних умов, а в сучасних обставинах ще й за умов зміни режимів роботи атомних енергоблоків. Слід зазначити, що екранування розпорошеною водою інфрачервоного випромінювання дійсно ускладнює проведення зйомок, але це властиво для теплого періоду року, коли немає проблеми кригоутворення. З огляду також на це проведемо співставлення рекомендацій документу [1] з можливостями пропонованого нами методу. Так при проведенні пускових приймальних робіт необхідно протягом 2-3 діб спостерігати за відсутністю витоків з резервуару та занесенням до спеціального журналу даних про виявлені дефекти. Як нами зазначалось в роботах [2-4], місця фільтрації води ідентифікуються шляхом термографічних спостережень, оскільки зволожений ґрунт має відмінні режими теплообміну від сухого.

Згідно вимог будівельних норм СНиП 2.04.02-84, щільність резервуару повинна забезпечувати утримання води з витратами не більше як 3 літри на 1 м² поверхні. І хоча надмірна зволоженість в даному випадку виникла внаслідок виносу води з факелу форсунки басейну, можна очікувати, що при схованій зволоженості також будемо спостерігати температурний прояв місця витoku. Про це також свідчать дані роботи [5], які полягали в оцінці стану водогонів в низці регіонів Канади. Автори протягом десяти тижнів проводили дослідження кореляційних закономірностей між значеннями температури повітря, температури асфальтного покриття над трубопроводами та температурою води в трубах. Для одержання температурних профілів тепловізор встановлювався на автомобіль на висоті від 1.2 до 12 м. Критерієм достовірності виявлення витоків було співпадіння з даними течешукача.

Виходячи з умов сьогодення, коли приймаються рішення про зупинку енергоблоків, слід очікувати, що так само раптово буде необхідно запускати блоки в роботу, зокрема, в зимовий період. В документі [1] зазначається, що бризкальний пристрій слід включати в роботу не раніше, ніж за 12 годин до розвороту турбіни попередньо рекомендується відкрити задвижки на холостих скидах для прогріву системи. Такі заходи вживаються з метою запобігання замерзанню води в трубопроводах, соплах, каналах та колодязях. Оперативність управління передбачає необхідність розуміння рівномірності прогріву системи. Для цього також доцільним буде застосування термографічного моніторингу.



Висновки. Обґрунтовано доцільність застосування методів термографічного контролю для:

моніторингу за станом форсунок бризкальних басейнів, засмічення мулом комунікацій, руйнування бетонних конструкцій.

контролю за розподілом температури води на поверхні бризкального басейну АЕС з метою запобігання утворення крижаного шару на поверхні конструкцій та запобігання їх руйнуванню

ЛІТЕРАТУРА

1. Типовая инструкция по эксплуатации брызгательных установок РД 34.22.507-90. Министерство энергетики и электрификации СССР.

2. Базалєєв М. І. Розробка термографічних методів діагностики та контролю стану матеріалів гідро технічних споруд / М. І. Базалєєв, Б. Б. Бандурян, С. Є. Донець, В. Ф. Клепиков, В. В. Литвиненко, О. Г. Лисиченко Є. М. Прохоренко // Техногенно-екологічна безпека та цивільний захист. – вип. 12. – 2017. – С. 38 – 43.

3. Базалєєв М. І. Тепловізійний метод оцінки зсувонебезпеки в зоні розташування гідротехнічних споруд енергетичного комплексу / М. І. Базалєєв, Б. Б. Бандурян, І. Б. Воробйов, В. Ф. Клепиков, О. Г. Лисиченко // Техногенно-екологічна безпека та цивільний захист. – вип. 5. – 2012. – С. 88 – 94.

4. Донець С. Є. Особливості врахування фізичних ефектів при термографічному моніторингу стану гідротехнічних споруд / С. Є. Донець, В. В. Литвиненко, О. А. Мелякова, Є. М. Прохоренко, В. В. Шатов // Компрессорное и энергетическое машиностроение. – №3 (57). – 2019.

5. M. Fahmy, P. Eng et. / Detecting and location leaks in underground water main using thermography// 26 Int. symposium on automatation and robotics in construction. – 2009 P.61 – 67.



ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ДИНАМІЧНОЇ МОДЕЛІ ОПЕРАТИВНОГО МОНІТОРИНГУ РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ ЕКОСИСТЕМИ ВНАСЛІДОК АВАРІЙ НА ОБ'ЄКТАХ ЯДЕРНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Тютюник В.В., Соболев О.М., Калугін В.Д.
Національний університет цивільного захисту України
(м. Харків, Україна)

Квасов В.А., Захарченко Ю.В.
Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем»
(м. Харків, Україна)

В умовах нерівномірного розподілу джерел небезпек по території держави кожній точці простору притаманні свої рівні природного, техногенного, соціального та воєнного навантажень, які впливають на склад сил та тактико-технічні характеристики засобів функціонуючої геоінформаційної системи безпеки, а саме системи національної безпеки.

В Україні для забезпечення реалізації державної політики у сфері цивільного захисту щодо захисту населення, територій, навколишнього природного середовища та майна від надзвичайних ситуацій (НС) шляхом запобігання таким ситуаціям, ліквідації їх наслідків і надання допомоги постраждалим у мирний час та в особливий період функціонує Єдина державна система цивільного захисту (ЄДСЦЗ) [1–3]. Система ЄДСЦЗ складається з функціональних і територіальних підсистем та спрямована на розв'язання питань забезпечення необхідного рівня безпеки життєдіяльності території держави в умовах, коли НС виникла. При цьому, цілковито відкритими для держави залишаються проблемні питання реалізації в системі ЄДСЦЗ функції моніторингу та розробки ефективних управлінських рішень всіх локальних підсистем, спрямованих на попередження та локалізацію НС, в умовах зародження джерел небезпек різної природи.

З метою подальшого розвитку науково-технічних основ реалізації підсистеми ЄДСЦЗ України щодо оперативного моніторингу за змінами меж зони радіаційного забруднення, рівня небезпеки в зоні та прогнозування виникнення нових небезпек, в роботі сформована динамічна модель об'єданого застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) та наземних пристроїв контролю факторів радіаційної небезпеки, де доставка наземних пристроїв контролю у зону небезпеки виконується за допомогою БПЛА [4 – 8].

У зв'язку з цим формулювання, у відповідності за даними рис. 1, моделі об'єданого застосування стаціонарних постів радіаційного моніторингу (у режимі повсякденного функціонування ОЯЕ), а також БПЛА та наземних тимчасових пристроїв контролю факторів небезпеки (у режимах аварійної та надзвичайної ситуацій ОЯЕ), де доставка цих наземних пристроїв контролю у зону радіаційної небезпеки виконується БПЛА, здійснено на основі уявлень, які представлені в роботі [9].



Необхідно визначити мінімальну кількість наземних тимчасових пристроїв оцінки параметрів радіаційної небезпеки ($N_{T_{\min}}$), доставка яких у зону радіоактивного забруднення виконується БПЛА, для ефективного проведення аварійного моніторингу радіоактивного забруднення внаслідок аварії на ОЯЕ. При цьому мають виконуватися наступні обмеження:

- побудова поля радіоактивного забруднення має здійснюватися із заданою точністю ϵ ;

- час на побудову поля забруднення, з урахуванням терміну розгортання системи моніторингу та доставки у зону радіоактивного забруднення безпілотними літальними апаратами тимчасових пристроїв оцінки параметрів радіаційної небезпеки, має не перевищувати гранично припустимого T^* ;

- регулярна сітка $S(2R, s_{x'}, s_{y'}, w_x, w_y)$ має будуватися з урахуванням вектору напрямку вітру $\vec{w} = (w_x, w_y)$, причому основою сітки є квадрат (рис. 3), в який вписане коло радіусу R із центром у точці $A(0,0)$. Радіус кола визначається за допомогою наступної умови: а) у режимі повсякденного функціонування (ПФ) об'єкту ядерної енергетики $R = R^{\text{ПФ}} = 30\text{км}$, а сітці мають належати стаціонарні пости радіаційного моніторингу $P_m(x_m, y_m)$, $m = 1, \dots, N_S$; б) у режимі аварійної та надзвичайної ситуацій об'єкту ядерної енергетики $R = R^{\text{НС}}(t)$ (зона НС змінюється у часі t), а сітці мають належати стаціонарні пости радіаційного моніторингу $P_m(x_m, y_m)$, $m = 1, \dots, N_S$ та наземні тимчасові пристрої оцінки параметрів радіаційної небезпеки, які доставлено у зону радіаційного забруднення за допомогою БПЛА, $F_g(x_g, y_g)$, $g = 1, \dots, N_T$;

- наземні тимчасові пристрої оцінки параметрів радіаційної небезпеки $N_{T_{ij}}$, $i = 1, \dots, N^{\text{БПЛА}}$ ($N^{\text{БПЛА}}$ – кількість БПЛА, з урахуванням корисного навантаження БПЛА – $N_T^{\text{БПЛА}}$), $j = 1, \dots, N_{T_i}$ (N_{T_i} – кількість наземних тимчасових пристроїв оцінки параметрів радіаційної небезпеки розташовано на борту i -го БПЛА), $N_T = \sum_{i=1}^{N^{\text{БПЛА}}} N_{T_i}$, мають розміщуватися на визначених місцях $V_k(x_k, y_k)$, $k = 1, \dots, N_K$, та фіксувати дозу гамма-випромінювання у вузлах сітки;

- мають також враховуватися технічні характеристика кожного виду БПЛА, а саме, швидкість, час польоту, максимальна дальність польоту, час розгортання тощо.

З врахуванням представлених обмежень модель моніторингу радіоактивного забруднення, з урахуванням об'єднаного застосування стаціонарних постів радіаційного моніторингу, БПЛА та наземних тимчасових пристроїв контролю факторів небезпеки у різних режимах функціонування ОЯЕ, має наступний вид:

$$\min_W N_{T_{\min}}(R^{\text{НС}}(t)), \quad (1)$$

де W :



$$\frac{|\Phi_{q+1}(C_r) - \Phi_q(C_r)|}{\Phi_q(C_r)} \leq \varepsilon; \quad r = 1, \dots, N_C; \quad (2)$$

$$\frac{|\Phi_{q+1}(P_m) - \Phi_q(P_m)|}{\Phi_q(P_m)} \leq \varepsilon; \quad m = 1, \dots, N_S; \quad (3)$$

$$\max T(l_i) \leq T^*; \quad i = 1, \dots, N^{\text{БПЛА}}; \quad L = \sum_{i=1}^{N^{\text{БПЛА}}} l_i; \quad (4)$$

$$\max N_{T_i} \leq N_T^{\text{БПЛА}}; \quad (5)$$

$$P_m(x_m, y_m) \in S(2R^{\text{ПФ}}, s_{x'}, s_{y'}, w_x, w_y); \quad m = 1, \dots, N_S; \quad (6)$$

$$F_g(x_g, y_g) \in S(2R^{\text{НС}}(t), s_{x'}, s_{y'}, w_x, w_y); \quad g = 1, \dots, N_T; \quad (7)$$

$$N_{T_{ij}} \in V_k(x_k, y_k); \quad i = 1, \dots, N^{\text{БПЛА}}; \quad j = 1, \dots, N_{T_i}; \quad N^T = \sum_{i=1}^{N^{\text{БПЛА}}} N_{T_i}; \quad k = 1, \dots, N_K. \quad (8)$$

Вираз (1) є цільовою функцією. Обмеження (2) та (3) являють собою умову побудови поля забруднення із заданою точністю ε . Тут $C_r(x_r, y_r)$ – точки, що знаходяться на перетину діагоналей кожної комірки сітки, причому кількість комірок дорівнює N_C ; $\Phi_q(C_r)$ та $\Phi_{q+1}(C_r)$ – значення поля забруднення у відповідних точках на q та $q+1$ ітераціях; $P_m(x_m, y_m)$ – стаціонарні пости радіаційного моніторингу, кількість яких дорівнює N_S ; $\Phi(P_m)$ – рівень гамма-випромінювання, зафіксований стаціонарними постами радіаційного моніторингу. Обмеження (4) являє собою умову побудови поля забруднення протягом часу T , який залежить від маршрутів l_{ij} БПЛА щодо доставки у зону радіаційного забруднення наземних тимчасових пристроїв контролю факторів небезпеки $N_{T_{ij}}$ і не перевищує заданого T^* . При цьому, L – сумарна довжина польоту БПЛА. Обмеження (5) характеризує умову завантаження i -то БПЛА наземними тимчасовими пристроями контролю факторів небезпеки (N_{T_i}), з урахуванням не перевищення показнику корисного навантаження БПЛА ($N_T^{\text{БПЛА}}$). Обмеження (6) являє собою умову належності стаціонарних постів радіаційного моніторингу регулярній сітці $S(2R^{\text{ПФ}}, s_{x'}, s_{y'}, w_x, w_y)$ у зоні (радіус зони дорівнює $R = R^{\text{ПФ}} = 30\text{км}$), яка характерна режиму повсякденного функціонування об'єкта ядерної енергетики. Обмеження (7) являє собою умову належності наземних тимчасових пристроїв контролю факторів небезпеки (які доставлено у зону радіаційного забруднення за допомогою БПЛА) регулярній сітці $S(2R^{\text{НС}}(t), s_{x'}, s_{y'}, w_x, w_y)$ у зоні (радіус зони змінюється у часі t та дорівнює $R = R^{\text{НС}}(t)$), яка характерна режиму аварійної та надзвичайної ситуацій об'єкта ядерної енергетики. Обмеження (8) описує належність наземних тимчасових



пристроїв контролю факторів небезпеки (які доставлено у зону радіаційного забруднення за допомогою БПЛА) фіксованим місцям їх розміщення $V_k(x_k, y_k)$, $k = 1, \dots, N_k$.

Задача, яка описується сумою положень (1)÷(8), є комбінованою, тобто відноситься як до класу задач комбінаторної оптимізації, так і до класу задач трасування. Особливості моделі моніторингу БПЛА рівня забруднення екосистеми внаслідок аварій на об'єктах ядерної енергетики: цільова функція визначається в процесі розв'язання задачі; обмеження (2)÷(4) є нелінійними, а (5)÷(8) – дискретними; загальна кількість обмежень дорівнює $N_C + 2N_S + 2N^{БПЛА} N_{T_i}$. Слід відзначити, що для визначення початкових розмірів комірки регулярної сітки $s_{x'}$ та $s_{y'}$ можна скористатися, наприклад, дослідженням поля радіоактивного забруднення внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС. Далі, в процесі розв'язання задачі, розміри комірки коригуються відповідно до обмежень (2) та (3).

Таким чином, в роботі здійснено побудову моделі проведення моніторингу радіоактивного забруднення екосистеми внаслідок аварії на об'єктах ядерної енергетики за допомогою сумісного застосування стаціонарних постів радіаційного моніторингу, БПЛА та наземних тимчасових пристроїв контролю факторів небезпеки. Зроблено висновок, що задача (1)÷(8) є комбінованою, тобто відноситься як до класу задач комбінаторної оптимізації, так і до класу задач трасування. З урахуванням сказаного потребує розробки комплексного рішення поставленої задачі, оскільки подальше дослідження особливостей розробленої моделі дозволить суттєво оптимізувати час доставки тимчасових автоматизованих пристроїв контролю факторів небезпеки в зону НС та підвищити достовірність отриманих результатів. В результаті успішного розв'язання задачі (1)÷(8) подальші дослідження будуть направлені на розробку методу моніторингу радіоактивного забруднення екосистеми внаслідок аварії на об'єктах ядерної енергетики за допомогою сумісного застосування стаціонарних постів радіаційного моніторингу, БПЛА та наземних тимчасових пристроїв контролю факторів небезпеки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України від 2 жовтня 2012 року № 5403-VI // Голос України. – 2012. – листопад (№ 220(5470)). – С. 4 – 20.
2. Постанова Кабінету Міністрів України від 9 січня 2014 року № 11 «Про затвердження Положення про Єдину державну систему цивільного захисту» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/11-2014-%D0%BF>.
3. Кулешов М. М. Державна система цивільного захисту: навч. посіб. / М. М. Кулешов, В. П. Садковий, В. В. Тютюнник. – Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2020. – 232 с.
4. Андронов В. А. Науково-конструкторські основи створення комплексної системи моніторингу надзвичайних ситуацій в Україні: Монографія



/ В. А. Андронов, М. М. Дівізінюк, В. Д. Калугін, В. В. Тютюник. – Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2016. – 319 с.

5. Ільїнський О. В. Щодо особливостей державного інформаційного обміну під час виникнення надзвичайних екологічних ситуацій / О. В. Ільїнський, В. М. Лобойченко, В. А. Квасов, Є. М. Варламов, Ю. В. Захарченко // Комунальне господарство міст. – Харків: Харківський національний університет міського господарства, 2020. – Т. 3. – Вип. 156. – С. 170 – 179.

6. Тютюник В. В. Розробка науково-технічних основ системи моніторингу зони надзвичайної ситуації, яка включає доставку автоматизованих пристроїв контролю повітряними безпілотними засобами / В. В. Тютюник, В. Д. Калугін, Л. Ф. Черногор, Р. І. Шевченко // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – Харків: Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2014. – № 3 (16). – С. 41 – 44.

7. Пат. 114393 Україна, МПК(2017.01) B64D1/02 (2006.01), G08B19/00, G08B17/00, G08B21/00. Пристрій для скидання автоматизованих засобів контролю небезпечних факторів надзвичайних ситуацій з безпілотного літального апарату / Андронов В. А., Калугін В. Д., Левтеров О. А., Тютюник В. В., Тютюник Ю. В.; Власник патенту: Національний університет цивільного захисту України. – № u201608736; заявл. 11.08.2016; опубл. 10.03.2017, бюл. № 5.

8. Тютюник В. В. Оцінка ефективності покриття території надзвичайної ситуації за допомогою автоматизованих пристроїв контролю небезпечних факторів при їх розкиданні із зависаючого над точкою скидання безпілотного літального апарату / В. В. Тютюник, В. Д. Калугін, Г. В. Іванець, М. Г. Іванець, Ю. В. Захарченко // Техногенно-екологічна безпека та цивільний захист. – Київ: Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України, 2016. – Вип. 10. – С. 34 – 43.

9. Тютюник В. В. Формування динамічної моделі оперативного моніторингу рівня забруднення екосистеми внаслідок аварій на об'єктах ядерної енергетики / В. В. Тютюник, О. М. Соболев, В. Д. Калугін, Ю. В. Захарченко // Екологічна безпека та природокористування. – Київ: Київський національний університет будівництва і архітектури, Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору, 2020. – № 1(33). – С. 95 – 114.



IMPROVEMENT OF THE SURFACE STRUCTURE OF STEEL BALLS OF DRUM MILLS, AS A RESULT OF INFLUENCES OF HIGH-CURRENT ELECTRON BEAM

Prokhorenko E.M., Lytvynenko V.V., Klepikov V.F., Melyakova O.A., Shatov V.V.
Institute of Electrophysics and Radiation Technologies
(Kharkiv, Ukraine)

Lonin Yu.F., Ponomarev A.G., Uvarov V.T.
NSC Kharkiv Institute of Physics and Technology
(Kharkiv, Ukraine)

Prokhorenko T.G.
Kharkov National Automobile and Highway University
(Kharkiv, Ukraine)

Introduction. Power generation issues remain important in today's world. One of sources of production of electric power are thermal power-stations. Most of them work on coal. Maximum heat loss when burning coal in the form of dust. Therefore, it is necessary to grind coal. For grinding coal, ball drum mills (BDM) are used. The working body of drum mills is metal balls. The principle of operation of the mills is based on shock influence of metal balls. As a result of coal grinding, balls are eroded and worn. Depending on the hardness of the raw materials, the wear rate is different. The wear-resistant characteristics of metal balls were calculated from the expression [1]:

$$G_b = D_{real} \cdot K_f \cdot \sum B_f \quad (1)$$

G_b – is the total fuel consumption; D_{real} – the actual value of the specific wear of the balls.

The degree of wear is directly proportional to the hardness of the surface of the ball. The task of increasing the hardness of the balls additionally allows you to solve several problems. Among them: economic component, fire safety, social task. The economic component includes the problem of reducing the cost of balls and time of their exploitation. The efficiency of drum mills is increased, the cost of grinding coal is reduced. Fire safety rises. The likelihood of self-ignition is reduced. The degree of thermal effect on the surrounding equipment is reduced. With increasing hardness of the balls, the degree of grinding of coal increases. Which makes it possible to burn it more fully. At the same time, emissions into the atmosphere are reduced, the amount of ash is reduced, its composition is changed. All these effects reduce the ecological loading on the environment, which allows solving social problems [1]. To solve the problem of increasing the hardness of balls, it was proposed to use high-current electron beams [2].

Purpose of work. The purpose of the work is to carry out studies on the effects of surface modification of steel balls using a high-current electron beam [2]. To conduct the analysis of structure of material of steel ball. Find the magnitude of the hardening of the surface of steel balls.



The main part. Irradiation with a high-current electron beam of samples was carried out. In the process of irradiation, a modification of the structure of steel balls took place. As a result, the surface hardness of the balls increased. This method can be applied on an industrial scale. Its use allows to increase the life of the balls.

Conducting experiments and discussion of results. Before irradiation, a hardness measurement was performed. Technology of preparation of sample and leadthrough of measurements in work [1]. The PMT-3 hardness tester was used. At the first stage, measurements were made of the hardness of the surface of the balls, which had a different degree of wear. The new ball (diameter 40 mm) had a hardness of 10,000 MPa. Hardness deviations were ± 50 MPa. The hardness in the central part of the balls was about 9300 MPa.

Then the samples were irradiated with a high-current electron beam (HCEB), at the TEMP-A accelerator [3] (NSC Kharkiv Institute of Physics and Technology). The electron beam had the following characteristics: diameter 45 mm, electron energy ~ 350 keV, and pulse duration $\tau_p \sim 5$ μ s [3, 4]. As a result of irradiation, the hardness of the surface of the ball changed.

The use of high-current electron beams changes the surface structure. A number of processes take place on the surface. Among them: rapid heating of the target surface, high-temperature surface melting and rapid cooling. Also, evaporation of part of the target material, ablation, and the formation of a plasma cloud above the surface occur. After irradiation of the sample, several zones with different structures were detected. On the surface of the sample is a hardening zone. Under the hardening zone - the zone that has been subjected to a combined influence. A few mechanisms of influence worked in it: thermal influence, melting, evaporation, ejection of material due to ablation.

The third zone is an area that has been subjected to dynamic loads. This area is limited to non-irradiated material. The upper regions appeared as a result of abrupt heating and quenching. The lower region is formed as a result of influence of shock waves and the formation of defects.

Defects appear due to emissions of the melt from the surface and due to inhomogeneous evaporation. Also, the appearance of shock waves occurs due to the inhomogeneity of surface heating and uneven cooling through the substrate.

By selecting the parameters of a high-current electron beam (HCEB), it becomes possible to harden the target surface. Several mechanisms influence the effect of surface hardening and increase in hardness. In particular, it is transformation of material of surface to the martensite, the formation of various oxides, surface carbonization, purification from various inclusions by evaporation, and ablation effects. We will mark that during cleaning; inclusions evaporate from the surface, the temperature of which is higher than the melting temperature of the entire material. The amount of sulfur inclusions was found to decrease. Sulfur inclusions reduce the hardness of steel. After irradiation, a finely grained structure is formed. A phase transition and structural changes are possible. The mechanical surface characteristics and corrosion resistance are improved.



An increase in surface hardness was found for all samples. The hardness for the new ball was 10200 MPa. This is much more than normative requirements. We assume that the hardness increased due to the melt of the surface layer and its recrystallization.

One of characteristics of solid is plasticity of material. To study this parameter, measurements were made on a tensile testing machine. A decrease in the plasticity of the samples, which occurred as a result of irradiation, was detected. To break the samples requires a greater application of forces. A sample made from a new ball ($\varnothing 40$ mm), after irradiation, was destroyed at a force of 148 kg/mm². Before irradiation, a force of 142 kg/mm² was required. In the case of a ball with a diameter of 20 mm, the values of the applied forces are 140 kg/mm² and 122 kg/mm², accordingly.

Since steel has 0.95 – 1.05% carbon in its composition, it belongs to hypereutectoid steel. Therefore, all changes must be examined taking into account phase transitions in the hypereutectoid area.

Ball was not in use (new ball). Various phases of iron are observed. The structure may be invariant. Those it incorporates ferrite, cementite, austenitic steel. The main phase on the surface is austenitic steel.

It was formed as a result of cooling of hypereutectic steel melt. The remains of ferrite grains were discovered. This is possible in areas where the polymorphic transformation $\gamma \rightarrow \alpha$ occurred during cooling, that is, in a wide temperature range. In this case, a redistribution of carbon between the grains of ferrite and austenite occurred. In our case, austenite predominates. The amount of ferrite is negligible. An almost complete conversion of ferrite has occurred. This transformation was instrumental in the increase of hardness of steel.

One perlite area was also detected. Perlite is a lamellar structure that consists of alternating plates of ferrite and cementite. Perlite stood out along the grain boundaries. Cementite has a significant amount of carbon in its composition.

The eutectoid transformation of austenitic steel occurs at a temperature of 727 °C. With decreasing melt temperature, the amount of perlite and cementite increases. The allocation of secondary cementite occurs along the boundaries of former grains of austenitic steel. Secondary cementite is exuded in the form of needles that are specifically oriented relative to grains of austenitic steel. Formation of secondary cementite in the form of needles makes steel more brittle. The area consists of several needles of secondary cementite. Therefore, the steel is quite hard. It all behaves to steel.

The ball worked in a mill. The thickness of the target is 2 mm. There is a structure that corresponds to three types of steel. The lower left part is martensite, the upper right part – is lower bainite. There is also residual austenite. Martensite is well-organized solid solution of carbon in α – iron. Its hardness is higher than austenite. The amount of carbon in martensite may be the same as in the initial austenite. It is necessary to mark the characteristic feature of martensite nucleation from an austenite. The martensitic transformation from austenite begins when the melt reaches a temperature that corresponds to a certain point (M_s). Growth of martensite is carried out due to appearance of new crystals, but not due to growth of old crystals which have a non-coherent structure. And the lower the temperature, the more martensite is



formed. The main requirement for the occurrence of martensitic transformations is the presence of a constant outflow of heat. In our case, this is done. We have a melt that heats up quickly. The melt is on a cold base.

Due to the mass of the substrate, fast heat is removed from the crystallization area. Thus, the conditions for obtaining martensite are realized. At the initial stage of cooling the melt, the martensitic transformation works, and then the substrate is heated. And the lower bainitic transformation begins to work. In this case, carbides are released. Moreover, the oversaturation of the α – phase is more significant. Therefore, solid carbides are selected in the α – phases crystals. This intermediate transformation is not going to the end. Austenitic steel, which has not decomposed into bainite, can be transformed in two ways of development. One way is a partial martensitic transformation.

Second is the preservation of austenitic steel (residual austenitic steel). Thus, in this case, the steel consists of three phases: martensite, lower bainite and individual areas of residual austenitic steel. At high temperatures, austenite is highly saturated with carbon. The hypereutectoid conversion characteristics and the solubility of carbon in austenitic steel change with decreasing temperature.

In this case polymorphic $\gamma \rightarrow \alpha$ transformation passes in the rather wide interval of temperatures. Secondary cementite (Fe_3C) is released from the melt. The alloy becomes biphasic (austenite + secondary cementite). In this case, carbon is redistributed between austenite and secondary cementite. The concentration of carbon in austenite decreases when secondary cementite is released in the melt.

When the melt temperature reaches a value of $727^\circ C$, austenite is converted to perlite. After cooling of the hypereutectoid steels, their composition changes. They consist of perlite and secondary cementite. Secondary cementite is released along the boundaries of former austenite grains. Its concentration increases when the carbon content in steel is higher. Secondary cementite can stand out in the form of needles, plates, nets. Also, under certain conditions, it can stand out in the form of grains. This structure is implemented in our case.

The increase of hardness and strength characteristics of balls allows to prolong the terms of their exploitation and improve the performance of work of equipment of the power generating complex.

Conclusions.

1. Irradiation by high-current electron beams of the balls of drum mills was carried out.

2. The values of hardness and strength of irradiated target materials were investigated. A comparative analysis of the hardness values of the irradiated and untrained samples is carried out.

3. An increase in the surface hardness of the irradiated samples was found. The increase of force of viscid break of the radiation-exposed standards is found.

4. Using fractographic analysis, the regions of transformation of austenite to martensite or lower bainite were found. The zones of carbide formation are found.



5. The factors that affect the degree of increase in hardness are determined. Irradiation parameters are found at which an increase in hardness is possible.

Acknowledgment. The research presented in this article was conducted by financial support of the state budget program “Support for the development the priority areas of scientific researches” (Budget Financial Code 6541230).

REFERENCES

1. Prokhorenko E. M. Diagnostics of processes of wear of materials of balls drum mills / E. M. Prokhorenko, V. F. Klepiakov, V. V. Lytvynenko, P. A. Khaymovich, N. A. Shul'gin, A. I. Morozov. // Eastern European Journal of Enterprise Technologies. – 2015. – Vol. 1/5, – № 73, – P. 14 – 20.
2. Dong C. Surface treatment by high current pulsed electron beam / C. Dong et al. // Surface and Coatings Technology. – 2003.– Vol. 163–164, – P. 620 – 624.
3. Prokhorenko E. M. Strengthening of the surface of steel (9XΦМ) exposed to a high-current electron beam / E. M. Prokhorenko, V. V. Lytvynenko, O. A. Melyakova, Yu. F. Lonin, A. G. Ponomar, V. T. Uvarov, N. A. Shul'gin, T. G. Prokhorenko, R. I. Starovoytov, A. I. Morozov, S. R. Artemev. // Problems of atomic science and technology. – 2020. – № 1/(125). – P. 167 – 172.
4. Prokhorenko E. M. Modification of structure of the surface of steel (XГC) as result of influences of high-current electron beam / E. M. Prokhorenko, V. V. Lytvynenko, O. A. Melyakova, Yu. F. Lonin, A. G. Ponomarev, V. T. Uvarov, N. A. Shul'gin, T.G. Prokhorenko // Problems of atomic science and technology. – 2020. – № 2/(126). – P. 47 – 53.



**СЕКЦІЯ 4. ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА, ПРОБЛЕМИ
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА АЛЬТЕРНАТИВНІ
ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ**



ИСТОЧНИКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ

Абрамов Г.С.

Херсонская государственная морская академия
(г. Херсон, Украина)

Вступление. Энергетические проблемы будущего обычно подаются в форме дилеммы: либо нужно вырабатывать больше энергии, либо меньше её потреблять. При этом в тени остаётся третий путь – повышение эффективности её использования. Возможности выработки большего количества энергии ограничены необходимостью поддерживать тепловой баланс планеты; уменьшение потребления, в свою очередь, несовместимо с растущими потребностями мировой экономики. Поэтому актуальными становятся задачи повышения эффективности использования выработанной энергии и уменьшения её потерь.

В ближайшие десятилетия известные нам модели потребления и производства энергии с высокой степенью вероятности претерпят существенные изменения. Прежде всего это связано с тем, что в течении следующих десяти-пятнадцати лет мировое население увеличится на 1,2-1,5 млрд. человек, и произойдёт это, главным образом, в развивающихся странах, чья экономика растёт, как правило, быстрее. Через двадцать лет жителям планеты будет необходимо на пятьдесят процентов больше энергии, чем сейчас. И тем насущнее встанут проблемы её эффективного использования и уменьшения потерь.

Рассмотрим наиболее значимые пути уменьшения потерь энергии.

Современные методы передачи электроэнергии

До настоящего времени основой нашей энергетической инфраструктуры для передачи электроэнергии являются медные провода. Возможности цветной металлургии по улучшению их качества и повышению электропроводности практически исчерпаны; вместе с тем исчерпаны и технологические возможности устранения потерь при передаче электроэнергии. Оценки показывают, что при передаче по медным проводам теряется примерно 7% выработанной электроэнергии, то есть 7% мощностей электростанций работает впустую. Решением проблемы может стать переход на ВТСП – высокотемпературные сверхпроводящие кабели, обладающие сверхнизким сопротивлением, что даёт возможность передать на порядки (по крайней мере, в 100 раз) больше энергии, чем аналогичные медные провода.

Проблема состоит в том, что предприятия энергосбыта, опасаясь рисков, не торопятся переходить на пока дорогостоящие принципиально новые технологии. Ещё в 2008 году компания American Superconductor смонтировала на в Нью-Йорке на Лонг-Айленде первую демонстрационную коммерческую сверхпроводящую линию. Несколько ВТСП-линий уже действуют в США, Германии, Южной Кореи, Японии. Например, в городе Олбани усилиями



американских и японских специалистов создана линия, рассчитанная на напряжение 34,5 кВ при рабочем токе 800 А. При этом длина кабеля — всего 350 м. Пока что все действующие в мире ВТСП-линии электропередач имеют очень малую протяженность, как правило, порядка нескольких сотен метров, и обладают ограниченной сферой применения. В основном это доставка мощности городскому потребителю от близстоящих электростанций и объединение энергосистем. С объединением энергосистем связаны первые опыты промышленного применения ВТСП-линий, например, в Дании. В настоящее время существует североамериканский проект *Tres Amigas* («Три подруги»), предусматривающий объединение энергосистем Канады, США и Мексики с помощью ВТСП-линий с номинальным рабочим напряжением 200 кВ, по которым будет передаваться 5 ГВт мощности. При использовании обычных технологий понадобились бы две линии постоянного тока напряжением 1600 кВ.

Однако компании Южной Кореи и Китая работают над проектами сверхпроводящих линий большой протяженности с целью довести их стоимость до экономически целесообразной.

Особенность высокотемпературной сверхпроводимости заключается в возможности практического использования без сильного охлаждения или с более дешевыми и удобными охладителями (жидким водородом, азотом, метаном), чем необходимый для классических сверхпроводников жидкий гелий под давлением. Поэтому в деле развития ВТСП-технологий существует два основных направления. Первый путь — совершенствование криогенной техники. Если повысить ее КПД с 45% до хотя бы 65–70%, можно значительно снизить энергозатраты на охлаждение азота. Второй путь — создание промышленных технологий на основе проводников, которые могли бы достигать сверхпроводимости в условиях более высоких температур, например 115 К. Повышение температуры сверхпроводимости приведет к более широкому применению ВТСП-техники и сделает эти технологии более экономичными и доступными.

Широкое применение сверхпроводящих линий электропередач позволит экономить в среднем до 50 МВт на каждую электростанцию [1].

Эффективное управление электросетями

Противоречие между производством и потреблением электроэнергии заключается в том, что вырабатывается она стабильно и постоянно, а интенсивность её потребления в значительной степени зависит от времени суток — ночью потребление значительно падает, и образуются огромные излишки. Поэтому стоимость электроэнергии в ночное время снижается. Для обеспечения баланса между пиком и провалом потребления, необходим способ временного хранения избыточной электроэнергии, обеспечивающий эффективную работу энергосистемы.

Наиболее крупной формой накопления энергии в больших масштабах является гидроаккумулирующая электростанция (ГАЭС). Во время снижения



потребления электроэнергии избыточная генерирующая мощность используется для перекачки воды из более низкого резервуара в более высокий. Когда спрос растёт, вода поступает обратно в нижний резервуар через турбину, вырабатывающую электричество.

Есть и другие методы накопления избыточной энергии: гигантские химические аккумуляторы, баллоны со сжатым воздухом, накопление механической энергии в больших маховиках. Предприятие по временному хранению электроэнергии компании Weason Power (США) использует 200 массивных маховиков на магнитной подвеске, раскручиваемых до 16 000 об/мин.

Перспективным направлением аккумуляторной энергетики является переход от литий-ионных к графеновым аккумуляторам, обладающим в 5 раз большей удельной энергоёмкостью, гораздо более быстрой скоростью зарядки/разрядки и высокой надёжностью. Графеновые батареи менее громоздки, нежели их литий-ионные аналоги: масса графенового аккумулятора вдвое меньше массы литий-ионного. И, что немаловажно, такие батареи взрывобезопасны.

Графеновые аккумуляторы [2], несомненно, окажут громадное влияние на все сферы повседневной жизни. Например, удельная емкость литий-ионного аккумулятора, применяемого в настоящее время, составляет 200 Вт/ч на 1 кг веса. Графеновый аккумулятор такого же веса имеет удельную емкость 1000 Вт/ч. Графеновая аккумуляторная батарея, установленная, например, в Tesla Model S, способна увеличить пробег электромобиля с 334 км до 1013 км на одной подзарядке. Кроме всего прочего, такие батареи можно зарядить менее чем за 10 минут. Такой пробег на одной подзарядке вместе с высокой скоростью зарядки существенно облегчит решение задачи создания соответствующей инфраструктуры зарядных станций.

Еще в декабре 2018 года индийская компания Log 9 Materials объявила, что работает над металлическими воздушно-водными батареями на основе графена, что в теории может даже привести к появлению электрических транспортных средств, работающих на воде. Металлические воздушные батареи используют металл в качестве анода, воздух (кислород) в качестве катода и воду в качестве электролита. В воздушном катоде батарей используется стержень графена. Поскольку кислород должен использоваться в качестве катода, катодный материал должен быть пористым, чтобы воздух мог проходить – свойство, в котором графен существенно превосходит другие материалы. Согласно данным Log 9 Materials – индийской компании, применяющей нанотехнологии в энергосбережении – графен, используемый в электроде, способен увеличить эффективность батареи в пять раз при стоимости в одну треть.

Преобразование свалочного газа в электроэнергию на полигонах твёрдых бытовых отходов (ТБО)



Отходы пищевых продуктов представляют собой концентрат с высоким содержанием энергии. На мусорных свалках вся эта органика постепенно разлагается, и это очень медленный процесс. Из органической составляющей мусора (пищевых отходов, бумаги, листьев, травы) при разложении выделяется свалочный газ, около половины которого составляет метан, который можно улавливать, очищать и сжигать, получая тепловую и электрическую энергию. Метан является мощным парниковым газом, и в 21 раз вреднее двуокиси углерода. Поэтому предотвращение выхода свалочного газа из полигона и использование последнего в качестве возобновляемого топлива является весьма актуальной задачей современности.

В Украине ежегодно накапливается 11 млн. тонн мусора – около 300 кг на человека. Площадь всех свалок Украины составляет более 10 тыс. га., а объём мусора – более 1,2 км³. При этом 2,6% сжигают, и только 3% перерабатывают; т. е. 94,4% мусора остаются на свалках. В развитых странах мусор используется куда более эффективно: в Швеции перерабатывается 99% собственных отходов, и импортируется мусор из других стран; в Австрии – 97%, в Японии – 90%.

Из общего количества метана, ежегодно поступающего в атмосферу, 40% образуется в результате антропогенной деятельности, причём более 20% из них – с объектов захоронения ТБО. Из 1 тонны ТБО образуется более 200 м³ биогаза, при этом первые 15-20 лет из 1 тонны отходов выделяется до 7,5 м³ биогаза в год. Далее интенсивность выделения биогаза экспоненциально уменьшается.

В зависимости от содержания метана биогаз имеет теплоту сгорания от 15 до 25 МДж/м³ (3600-4800 ккал/м³), что соответствует приблизительно 60% теплоты сгорания природного газа. В среднем теплота сгорания биогаза – 4200 ккал/м³, т. е. по теплоте сгорания 1 м³ биогаза эквивалентен 0,6 м³ природного газа, 0,5 кг мазута или 1,5 кг дров.

Хотя для энергетики развитых стран использование биогаза не имеет решающего значения, но пренебрегать этим источником энергии не следует как из экологических, так и из экономических соображений. Сейчас в мире реализовано более 1100 проектов по использованию свалочного газа. Более 150 полигонов ТБО эксплуатируются как газовые месторождения. Более 80% таких полигонов находится в США, Германии и Великобритании.

На Херсонскую городскую свалку ежегодно вывозится более 700 тыс. м³ ТБО – в среднем 1800 м³ в день. Объект функционирует с 1968 года, и срок его эксплуатации закончился в 2017 году. С тех пор накопилось более 4 млн. т мусора. Одним из возможных вариантов решения проблемы стало бы строительство системы сбора биогаза. Нами проведен расчёт двух вариантов – минимального и максимального – потенциала Херсонской свалки по выработке биогаза [3]. Считая, что содержание метана в биогазе может составлять от 50% до 80%, и принимая для расчётов 60%, получаем в пессимистическом прогнозе объём полученного метана 12 млн. м³, а в оптимистическом – 21 млн. м³.

Наибольшими потребителями природного газа в Херсоне являются Херсонская ТЭЦ и КП «Херсонкоммунэнерго». В 2017 году эти предприятия



потребляли 26 млн. м³ газа, т. е. город мог бы обеспечить газом, добытым из мусора, от 50% до 80% потребности двух вышеназванных предприятий, и сэкономить от 60 млн. до 105 млн. грн.

Таким образом, для Херсона это может быть один из реальных путей решения проблемы городской свалки и существенной экономии на газоснабжении.

Мировой опыт преобразования биогаза в электроэнергию на мусорных полигонах показывает, что можно получать до 7,9 МВт электроэнергии с каждого полигона. Это направление энергетики способно вырабатывать 7 тыс. ГВт·ч, что достаточно для обеспечения энергией 700 тыс. жилых домов [4].

Использование побочного тепла

Промышленное оборудование производит в совокупности огромное количество побочной тепловой энергии, которую крайне сложно утилизировать. Многие промышленные предприятия используют печи и двигатели, у которых объёмы выделяемого побочного тепла не так велики, чтобы утилизировать его с помощью турбин. Компания Cyclone Power (США) разработала универсальную машину по утилизации отходящего тепла, которую можно подключить к выхлопу практически любой промышленной установки. По оценкам компании, только в США имеется более 10 тыс. промышленных установок, которые можно оснастить их утилизаторами побочного тепла, что позволило бы сэкономить около 13,5 млрд. киловатт-часов электроэнергии в год [5-6].

Один из первых примеров – мобильная установка, обеспечивающая охлаждение и вырабатывающая дополнительную электроэнергию в дальнобойных грузовиках за счёт выхлопа их двигателей, что обеспечивает экономию до 10% горючего.

В среднем утилизация тепловой энергии выхлопа позволит экономить около 250 кВт на каждую машину.

Большой перспективой в этом направлении экономии энергии является использование двигателей Стирлинга различных модификаций (α -, β - и γ -двигателей). Конструкция двигателей Стирлинга доведена до такого технологического совершенства, которое позволяет использовать их при разности температур на рабочих поверхностях, не превышающей несколько градусов.

Приводы с переменной скоростью

В мире около 300 млн. промышленных электродвигателей, и большинство из них сконструированы так, что могут работать только на полную мощность, независимо от того, нужна ли в данный момент такая энергоотдача. Для регулировки мощности используются разнообразные механические компенсаторы, что приводит к огромным потерям энергии. В настоящее время всё большее распространение получают электроприводы переменной скорости с компьютерным управлением, которые в реальном времени выдают именно необходимую в данный момент мощность. Для этого компьютерные системы



управления подают на них ток нужного напряжения и частоты, что позволяет вдвое снизить потребление электроэнергии.

По оценкам международной инжиниринговой компании АВВ, установка на промышленные электродвигатели подобных систем управления позволит сэкономить столько энергии, сколько выдают более 250 атомных реакторов. При этом необходимые капиталовложения должны окупиться за период от 1 до 3 лет [7].

Мы указали лишь наиболее существенные методы, позволяющие более эффективно использовать энергию. Заслуживают также внимания разрабатываемые прототипы термоэлектрических систем (термоэлектрики), вырабатывающих электроэнергию за счёт температурного градиента в зоне выхлопа и системы охлаждения автомобиля, а также пироэлектрики, пьезоэлектрики и биомеханические генераторы, которые вырабатывают не столь большие количества энергии, но они быстро дешевеют и могут быть встроены в самые различные системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://www.popmech.ru/technologies/237432>.
2. <https://naukatehnika.com/grafenovujj-akkumulyator-perevorot-v-mire-technologij.html>.
3. Абрамов Г. С. Звалищний газ, як екологічна проблема та джерело енергії / Г. С Абрамов, А. М. Абрамова // Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції «Безпека життєдіяльності на транспорті та виробництві – освіта, наука, практика (БЖД-2018)». – Херсон 2018, С. 207 – 213.
4. <https://kts-eng.com/solutions/special-gas/landfill-gas/>.
5. <https://megaobzor.com/Cyclone-Power-vedyot-nauchnuyu-borbu-za-200-mln-dollarov.html>.
6. https://ru.qwe.wiki/wiki/Cyclone_Waste_Heat_Engine.
7. <https://new.abb.com/low-voltage/ru/products/oborudovanie-dlya-upravleniya-i-zashchiti-electrodvigateli>.



ХІМІЧНИЙ СКЛАД ТА ЗАКОНОМІРНОСТІ УТВОРЕННЯ СТІЧНИХ ВОД МОЛОКОПЕРЕРОБНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Андронов В.А., Макаров Є.О.

Національний університет цивільного захисту України
(м. Харків, Україна)

Данченко Ю.М., Обіженко Т.М.

Харківський національний університет будівництва та архітектури
(м. Харків, Україна)

Одне з перших місць за об'ємом і концентрацією забруднень стічних вод займає молочна галузь, яка складається з різних видів підприємств: молокоприймальні пункти, сепараторні відділення, міські молочні заводи, сироробні і маслоробні заводи [1 – 3]. На підприємствах молочної галузі стічні води складають близько 90% від використовуваної підприємствами чистої води. При середніх питомих витратах води 5 м³ на тону молока, в залежності від потужності підприємства, за добу утворюється близько 500 м³ стічних вод. Промислові стічні води, які утворюються на підприємствах молочної галузі поділяються на два види: забруднені і мало забруднені. Забруднені стічні води утворюються після очищення обладнання, технологічних трубопроводів, автомобільних цистерн, підлог, панелей виробничих приміщень та ін. Мало забруднені води утворюються в результаті процесів охолодження молока та обладнання. Обидва види стічних вод утворюють загальний стік, який підлягає очищенню, знезараженню і викиду у системи водовідведення або поверхневі водойми (в залежності від хімічного складу).

Стічні води молокопереробних підприємств відносяться до категорії висококонцентрованих вод з нестабільним складом [4].

Структура молокопереробного підприємства і, відповідно, склад стічних вод, залежить від наступних факторів: потужності, технологічних схем переробки; методів виробництва готової продукції та ін. Зазвичай, виробництво конкретного молочного продукту є багатоетапним [5, 6].

Метою дослідження є встановлення закономірностей утворення та визначення хімічного складу стічних вод молокопереробного підприємства Сумської області.

Для дослідження обрано стічні води молокопереробного підприємства Сумської області. Хімічний склад стічних вод досліджувався за визнаними методиками [7].

В результаті ознайомлення з молокопереробним підприємством необхідно відмітити наступні факти. Стічні води, які утворюються на підприємстві можна розділити на дві групи. Обидві групи формують загальний стік, який потрапляє на споруди біологічної очистки підприємства. Перша група – мало забруднені води – утворюються після очищення технологічного обладнання, трубопроводів, автоцистерн, тари, підлог і панелей виробничих приміщень. Також до цієї групи слід віднести стічні води з охолоджуючих



систем, опалювальної, господарчі та інші, що не відносяться до технологічних процесів переробки сировини. Друга група – сильно забруднені води – формуються безпосередньо в результаті переробки сировини у готову продукцію у відділі приймання сировини (молока) та лабораторії, цеху сиру, цеху масла, цеху плавлених сирів. Загальний сток сильно забруднених вод формується зі стічних вод, які поступають з усіх видів виробництва. Так, наприклад, у літній період у загальний сток потрапляє води:

- з цеху сиру близько 15–20 м³/добу;
- з цеху масла – 9–10 м³/добу;
- з цеху плавлених сирів – 7–16 м³/добу;
- з відділу приймання сировини – 2–4 м³/добу.

В окремі дні витрати стічних вод, що утворилися в цеху сиру та цеху плавлених сирів, складали 40 та 31 м³/добу. Таким чином, максимальні витрати загального потоку сильно забруднених стічних вод складають близько 85 м³/добу.

Експериментально досліджено хімічний склад сильно забруднених стічних вод та загального стоку, який представлений у табл. 1.

Таблиця 1.

Хімічний склад сильно забруднених стічних вод та загального стоку

Показник	Відділ приймання сировини	Цех сиру	Цех масла	Цех плавлених сирів	Загальний сток
pH	7,2	5,7	5,2	6,3	4,0–5,0
Прозорість, см	1,1	1,1	0,9	2,0	1,1–1,5
ХСК, мгО/дм ³	4800	9500	8740	1600	2275–3230
БСК ₅ , мгО/дм ³	2650	4785	4035	910	1182–2232
ЕРР, мг/дм ³	1010	400	900	310	134–172
SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	135	120	130	128	120–148
Cl ⁻ , мг/дм ³	168	370	236	101	337–472
Ca ²⁺ , мг/дм ³	200	400	240	360	240–320
PO ₄ ³⁻ , мг/дм ³	95	160	130	16	87–100
NH ₄ ⁺ , мг/дм ³	6	35	44	16	9–19
ЗР, мг/дм ³	2190	1700	14600	540	600–1080
СЗ, мг/дм ³	2600	8050	6470	1156	2800–3680
ПЗ, мг/дм ³	1200	1350	1070	600	1080–1540

Режим роботи підприємства – двозмінний. Режим водовідведення протягом зміни характеризується нерівномірністю, що зумовлено раптовими викидами промивних вод. При двозмінній роботі підприємства у першу зміну основна кількість стічних вод, що утворюються у цеху сиру, цеху масла та у відділі приймання сировини скидається протягом 4-х годин (з 10⁰⁰ до 14⁰⁰), а у



другу зміну – протягом 5-ти годин (з 16⁰⁰ до 21⁰⁰). З цеху плавлених сирів стічні води поступають лише у першу зміну (з 9⁰⁰ до 17⁰⁰). Загальна кількість стічних вод коливається в широких межах і у літній період часу складає 200–460 м³/добу.

В результаті виробничої діяльності перша група стічних вод змішується з другою і весь потік потрапляє на споруди біологічної очистки. Проведені дослідження дозволили встановити хімічний склад загального стоку підприємства, який представлений у табл. 2. Для порівняння у таблиці наведені максимально допустимі значення показників хімічного складу стічних вод, що надходять на споруди біологічної очистки [8].

Води загального стоку потрапляють на очисні споруди підприємства, які складаються з пісколовки, відстійника та аеротенків біологічної очистки.

Дослідження умов утворення стічних вод молокопереробного підприємства свідчить про те, що цей процес відбувається у складних виробничих умовах, що включають раптові викиди сильно забруднених стоків з високою концентрацією основних забруднювачів, нестабільний об'єм вод, які утворюються в різних технологічних процесах, залежність об'єму і складу вод від сезону, виробничої зміни, часу доби роботи та ін. Таким чином, процеси моделювання і прогнозування формування загального стоку підприємства є ускладненими і повинні враховувати багато факторів.

Порівняльна характеристика окремих виробництв молокопереробного підприємства (табл. 1) свідчить про те, що найбільш забруднені стічні води утворюються в процесі виробництва масла (цех масла) і сиру (цех сиру). Ці води характеризуються низьким рН, високими значеннями ХСК, ЕРР, хлоридів, фосфатів, ЗР, СЗ та ПЗ. Меншими концентраціями вище перелічених забруднювачів характеризуються стічні води з відділення приймання сировини та цеху плавлених сирів.

Як видно з отриманих даних (табл. 2), хімічний склад загального стоку молокопереробного підприємства не відповідає вимогам, що пред'являються до стоків, які потрапляють на очисні споруди біологічної очистки. Норми суттєво перевищені по наступним показникам: ХСК – у 4–24 рази; ЕРР – у 8–26 разів; фосфатів – у 10–15 разів; ЗР – у 4–10 разів. Характер реакції середовища рН стічних вод є кислим, в той час по нормам має бути нейтральним або слабко лужним. Тому для попередження загибелі активного мулу у спорудах біологічної очистки необхідна попередня обробка та очистка стічних вод для приведення вищевказаних показників до необхідних норм.

В результаті досліджень встановлені закономірності і умови утворення та експериментально визначено хімічний склад стічних вод молокопереробного підприємства Сумської області. Отримані результати дозволили зробити наступні висновки [9]. Досліджені умови та закономірності утворення, режими скиду і формування стічних вод молокопереробного підприємства. Установлено, що процес формування загального стоку відбувається у складних виробничих умовах, що включають раптові викиди сильно забруднених стоків з високою концентрацією основних забруднювачів, нестабільний об'єм вод, які



утворюються в різних технологічних процесах, залежність об'єму і складу вод від сезону, виробничої зміни і часу доби та ін. Експериментально досліджено хімічний склад стічних вод за основними показниками, які регламентуються при викиді стоків у систему водовідведення та у споруди біологічної очистки. Визначено, що хімічний склад загального стоку молокопереробного підприємства не відповідає вимогам, що пред'являються до стоків, які потрапляють на споруди біологічної очистки. Норми суттєво перевищені по наступним показникам: ХСК – у 4–24 рази; ЕРР – у 8–26 разів; фосфатів – у 10–15 разів; ЗР – у 4–10 разів. Показник реакції середовища рН стічних вод є кислим, в той час по нормам має бути нейтральним або слабко лужним. Порівняльна характеристика окремих виробництв свідчить про те, що найбільш забруднені стічні води утворюються в процесі виробництва масла (цех масла) і сиру (цех сиру). Ці води характеризуються низьким рН, високими значеннями ХСК, ЕРР, хлоридів, фосфатів, ЗР, СЗ та ПЗ. Меншими концентраціями вище вказаних забруднювачів характеризуються стічні води з відділення приймання сировини та цеху плавлених сирів. Очевидно, що для попередження загибелі активного мулу у спорудах біологічної очистки необхідна попередня обробка стічних вод для приведення вищевказаних показників до необхідних норм.

Таблиця 2

Хімічний склад загального стоку підприємства та максимально допустимі значення показників стічних вод, що надходять на споруди біологічної очистки

Показник	Загальний сток стічних вод підприємства	Максимально допустиме значення показника
рН	4,0–6,5	6,5–9,0
Прозорість, см	0,6–1,5	Не нормується
ХСК, мгО/дм ³	2060–12000	500
БСК ₅ , мгО/дм ³	1032–6000	–
Співвідношення ХСК:БСК ₅	2,0	< 2,5
ЕРР, мг/дм ³	390–1280	50
SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	147–160	400
Cl ⁻ , мг/дм ³	168–400	350
Ca ²⁺ , мг/дм ³	150–200	Не нормується
PO ₄ ³⁻ , мг/дм ³	100–145	10
NH ₄ ⁺ , мг/дм ³	6–12	30
ЗР, мг/дм ³	1200–2900	300
СЗ, мг/дм ³	1800–4200	Не нормується
ПЗ, мг/дм ³	840–1180	Не нормується



ЛІТЕРАТУРА

1. Сакаш Г. В. Очистка сточных вод предприятий по переработке молока / Г. В. Сакаш, А. Ф. Колова, Т. Я. Пазенко // Вестник КрасГАУ. №8. 2016. С. 97 – 103.
2. Шевченко Т. А. Экспериментальное исследование интенсификации процесса напорной флотации при очистке сточных вод молокоперерабатывающего предприятия / Т. А. Шевченко, А. А. Шевченко // Восточно-европейский журнал передовых технологий. №1/6(79). 2015. С. 4 – 12.
3. Андронов В. А. Обґрунтування використання електрохімічних методів для попередньої очистки стічних вод молокопереробних підприємств / В. А. Андронов, Ю. М. Данченко, Є. О. Макаров // Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення: збірник наукових статей XV Міжнародної науково-практичної конференції. Харків: УКРНДІЕП: ПП «Стиль-Іздат», 2019. С. 9 – 13.
4. Макаров Є. О. Екологічна небезпека висококонцентрованих стічних вод молокопереробних підприємств // Сталій розвиток – стан та перспективи: Матеріали II Міжнародного симпозіуму SDEV'2020. Львів, 2020. С. 235 – 236.
5. Голубева Л. В., Глаголева Л. Э., Степанов В. М., Тихомирова Н. В. Проектирование предприятий молочной отрасли с основами промышленного строительства. СПб: ГИОРД, 2010. – 288 с.
6. Дятлова Т. В., Певнев С. Г., Федоровская Т. Г. Очистка сточных вод молокозаводов. СПб: Водоснабжение и санитарная техника, 2008. – 201 с.
7. Лурье Ю. Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. М.: «Химия», 1984. – 448 с.
8. Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України №316 від 01.12.2017. Про затвердження Правил приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення та Порядку визначення розміру плати, що справляється за понаднормативні скиди стічних вод до систем централізованого водовідведення. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0056-18#n15>.
9. Andronov V. Research of the regularities of forming and chemical composition of sewage water of a dairy processing company. / V. Andronov, Ye. Makarov, Yu. Danchenko, T. Obigenko // Technogenic and ecological safety. 7(1/2020). 2020. P. 13–21.



СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ КАВИТАЦИИ И ИХ РЕШЕНИЕ

Бабенчук Н.С., Ермошкин Н.Г.

Институт Военно-Морских Сил Национального университета «Одесская морская академия»
(г. Одесса, Украина)

Анотация. Кавитация является причиной снижения коэффициента полезного действия винтов и появления кавитационного сопротивления на лопастях, эрозии лопастей движителей при их работе в неоднородном потоке за корпусом судна, усиления вибрации корпуса вследствие возникновения кавитации в концевых сечениях лопастей, появления кавитационного шума в результате схлопывания кавитационных пузырьков, снижения эффективности рулей и крыльевых систем быстроходных судов. Суперкавитирующие гребные винты, явились новой конструкцией, которая повысила эффективность на определенных скоростях, за счёт своей особой формы кавитации. Которое достигалось подбором геометрии лопастей, у которой кавитационное сопротивление вследствие образования каверны было бы значительно меньше сопротивления трения. Кроме того, можно также идти по пути образования каверн при малых скоростях за счёт подачи газа. В мире получили распространение теоретические и экспериментальные исследования в области кавитационных течений, в том числе и течений с образованием газовых (воздушных) каверн. Практический результат, полученный Бутузовым А. А., заключается в движении судна со скоростью, характерной для большегрузных судов, с кавитатором, установленным на плоском днище, который образовал устойчивую воздушную каверну только одной определенной длины. В случае заметного, эффективного понижения гидродинамического сопротивления судов глиссирующего типа было необходимо создание устойчивой каверны на возможно большей площади днища. Применение искусственной кавитации для снижения сопротивления корпуса и повышения эффективности движителей – новый подход к этому явлению в инженерной практике.

Ключевые слова: кавитация, кавитационное сопротивление, суперкавитирующие гребные винты, эффективность движителей.

Вступление. С увеличением мощности тепловых двигателей и их оборотов, которые стали вызывать явление кавитации, у специалистов появилась проблема, как избежать этого явления.

Начиная с 1894 г., когда при испытаниях опытной паротурбинной яхты “Турбиния” с большой частотой вращения гребных валов, Ч. Парсонс [1] не смог достичь ожидаемой скорости и столкнулся с непредвиденным снижением эффективности гребного винта, кавитация, которая явилась причиной этих неприятностей, рассматривалась как крайне нежелательное явление. В инженерной практике кавитация является причиной снижения коэффициента полезного действия винтов вследствие падения подъемной силы и появления кавитационного сопротивления на лопастях, эрозии лопастей движителей при их работе в неоднородном потоке за корпусом судна, когда каверна периодически



разрушается, усиления вибрации корпуса вследствие возникновения кавитации в концевых сечениях лопастей, появления кавитационного шума в результате схлопывания кавитационных пузырьков, снижения эффективности рулей и крыльевых систем быстроходных судов и т.д.

Явление кавитации настолько эффективно способно разрушать инженерные конструкции, что создавало проблемы для создателей этих сооружений. Одним из многих примеров можно привести обнаружение во время осмотра в доке после ходовых испытаний разрушения гребных валов и угрозу поломки концевых гребных валов, в то время новейшего эскадренного миноносца “Ленинград”.

Основные перспективы. В тех случаях, когда возможность возникновения кавитации – разрыва сплошности жидкости с образованием каверн, заполненных парами жидкости и газами, – прогнозировалась еще Эйлером Л., изучать это явление начали лишь после того, как с ним столкнулись в процессе испытаний первых паротурбинных судов. Исследования показали, что кавитация возникает, когда давление достигает некоторого минимального значения или на поверхности тел, обтекаемых жидкостью или в свободном потоке, например, в ядрах вихрей, сбегаящих с концов лопастей гребных винтов и крыльев. На рис. 1, 2 показаны три характерные картины кавитации вблизи профиля крыла. Первая соответствует пузырьковой форме кавитации. Она возникает из газовых пузырьков микроскопических размеров, которые попадая в зоны пониженного давления, вблизи крыла, вырастают за короткое время (около 10^{-3} с) до видимых глазом размеров. Далее выросшие пузырьки сносятся потоком к задней кромке крыла в зону повышенного давления, где схлопываются, производя характерный шум. Для возникновения пузырьковой кавитации необходимо, чтобы эпюра пониженных давлений вдоль контура профиля была плавной, без пиков.

В случае увеличения скорости обтекания или при наличии пика разрежений на профиле вместо пузырьков образуется так называемая присоединенная каверна (см. рис. 2). Передняя ее часть примыкает к профилю в точке, положение которой с течением времени практически не изменяется, а в хвостовой части наблюдаются пульсации границы каверны.

Такую кавитацию иногда называют пленочной. Если хвостовая часть каверны не выходит за пределы профиля (рис. 2, а), то кавитация приводит к некоторому увеличению подъемной силы по сравнению со случаем бескавитационного обтекания крыла. Если при этом кавитационное сопротивление будет невелико, то может снизиться суммарное гидродинамическое сопротивление крыла, поскольку участок его поверхности, занятый каверной, будет изолирован от потока жидкости, и на нем сопротивление трения будет близко к нулю. В режиме течения, изображенном на рис. 2, б, подъемная сила будет меньше, чем у крыла, обтекаемого без кавитации.

Отрицательные эффекты, вызываемые кавитацией, вынуждали исследователей искать различные пути ее устранения, идея которых сводилась,



главным образом, к снижению уровня разрежений за счет достижения заданной подъемной силы путем увеличения площади крыльев при меньших углах атаки. Очевидно, что возможности этого пути ограничены, поскольку при значительном уменьшении угла атаки снижается гидродинамическое качество профиля, а следовательно, и эффективность конструкции. В связи с этим возможен случай, когда потери, связанные с предотвращением кавитации, окажутся большими, чем обусловленные ее возникновением и развитием. Отсюда непосредственно следует идея проектирования лопастного механизма или несущей системы, приспособленных к режиму кавитации с целью получения наивысшей в этих условиях эффективности. Эта кажущаяся сегодня очевидной идея была впервые высказана в 1940 г. академиком В.Л. Поздюниным, причем получила признание лишь после длительных дискуссий.

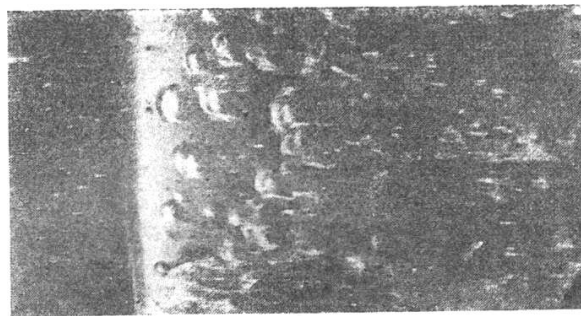


Рисунок 1. Пузырьковая кавитация на поверхности профиля

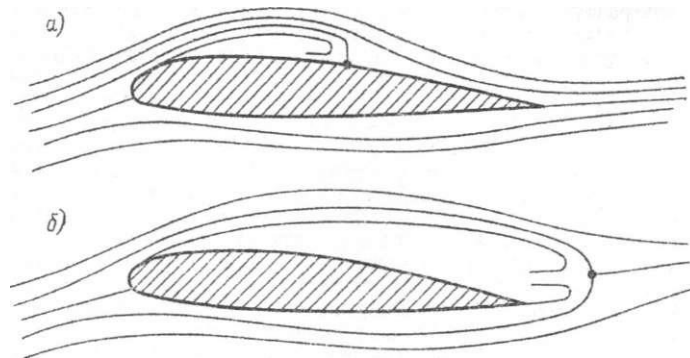


Рисунок 2. Схематическое изображение плёночной кавитации

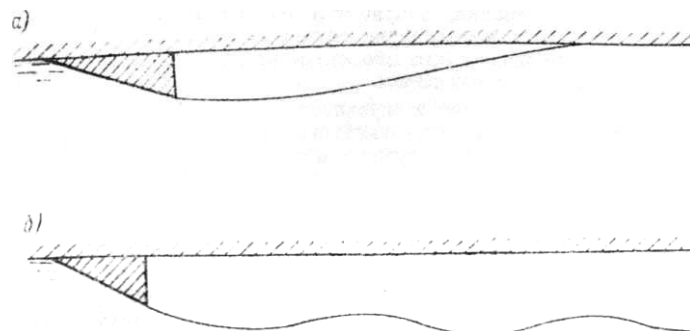


Рисунок 3. Искусственные каверны на днище судна

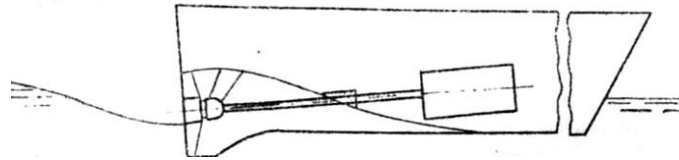


Рисунок 4. Схема вентилируемого водометного движителя

Созданные Поздюниным В. Л. гребные винты, получившие название суперкавитирующих, явились первой новой конструкцией, которая повысила эффективность на определённых скоростях, за счёт своей особой формы кавитации. Это достигалось подбором особой геометрии лопастей, у которой кавитационное сопротивление вследствие образования каверны было бы значительно меньше сопротивления трения.

Однако общим недостатком конструкций, спроектированных на заданную скорость или число кавитации, является то, что при отклонении от расчетного режима их эффективность резко снижается. В частности, суперкавитирующие винты при отсутствии кавитации имеют существенно более низкий пропульсивный КПД, что в ряде случаев ограничивает область их применения. Таким образом, жесткая связь между развитием кавитации и скоростью ограничивает область применения подобных конструкций узким диапазоном относительно высоких скоростей.

Кроме того, можно также идти по пути образования каверн при малых скоростях за счёт подачи газа. Особенностью этого способа является использование искусственной кавитации для улучшения гидродинамических характеристик по сравнению с бескавитационным обтеканием. Было установлено, что каверны, образованные подачей воздуха при малых скоростях обтекания тела по своим главным свойствам идентичны, поскольку и в том и в другом случае они определяются постоянством давления в каверне. Это имеет место, как в воздушной, так и в парогазовой кавернах, вследствие большой разности в плотностях между жидкостью и содержимым каверн.

Главной причиной явилось упрощённое представление авторов изобретений о характере поведения воздушных масс в потоке жидкости. Часть из них стремилась насытить тонкий слой воды, прилегающий к корпусу судна, мелкими газовыми пузырьками и таким путем снизить плотность газовой смеси во много раз по сравнению с водой. Для достижения ожидаемого эффекта необходимо, чтобы указанная смесь была достаточно однородной. Как показали позднейшие исследования, это сделать практически невозможно ввиду неустойчивости газовой смеси: мелкие газовые пузырьки сливаются в достаточно крупные, хаотично распределенные в потоке воды. При этом часто гидродинамическое сопротивление не снижалось, а увеличивалось.

Многие авторы считали, что если в носу судна в плоскости шпангоута установить препятствие небольшой высоты (в современной терминологии «кавитатор»), продольное сечение которого имело бы, например, форму прямоугольного клина, то вниз по потоку за ним образуется тонкая воздушная прослойка большой протяженности, изолирующая корпус судна от контакта с



потоком воды. В действительности, даже на плоском горизонтальном днище судна образуются каверны сравнительно малой длины.

Уже в начале 50-х годов во всем мире получили распространение теоретические и экспериментальные исследования в области кавитационных течений, в том числе и течений с образованием газовых (воздушных) каверн. Результаты этих работ позволили установить объективную картину развития каверн на телах различной формы и решить принципиальные вопросы формирования каверн, с помощью которых можно получить ощутимый эффект по снижению гидродинамического сопротивления большегрузных и глиссирующих судов.

Надо заметить, что один интересный, практический результат, полученный Бутузовым А. А., заключается в том, что при движении судна со скоростью, характерной для большегрузных судов, за кавитатором, установленным на плоском днище, можно образовать устойчивую воздушную каверну только одной определенной длины (рис. 3). Основная характерная особенность показанной на рис. 3 каверны заключается в том, что ее хвостовая часть замыкается по касательной к днищу. Для поддержания такой каверны требуются минимальные расходы воздуха, а кавитационное сопротивление клина оказывается равным нулю. При этом длина каверны практически не зависит от высоты кавитатора и связана со скоростью движения судна зависимостью, аналогичной зависимости между длиной прогрессивной волны на свободной поверхности воды и скоростью ее распространения.

На основании исследований оказалось, что для получения ощутимого эффекта по снижению гидродинамического сопротивления судна требуется устанавливать не один кавитатор, а несколько. Их количество зависит от длины цилиндрической вставки и эксплуатационной скорости судна. Эффективность такого способа была проверена в натуральных условиях. Оказалось, что для речных судов типа “Волго-Дон” оно может быть снижено на величину до 17%. При этом для поддержания каверн требуются затраты мощности, равные 1 – 2% мощности главных двигателей.

Организация на плоском днище течения, изображенного на рис. 3,6, позволяет на всей цилиндрической вставке судна создать только одну каверну, что приведёт к ещё более существенному снижению гидродинамического сопротивления.

Надо отметить, что на формирование рассмотренных кавитационных течений, характерных для малых чисел Фруда, определяющую роль играют силы весомости жидкости, поэтому формы границ каверн напоминают волны на свободной поверхности жидкости.

В отличие от этого в формировании каверн на глиссирующем днище преобладающую роль играют инерционные силы. Поэтому для образования здесь каверн кавитаторы, применявшиеся на большегрузных судах, оказались неэффективными.



В случае заметного, эффективного понижения гидродинамического сопротивления судов глиссирующего типа [2] было необходимо создание устойчивой каверны на возможно большей площади днища, для поддержания которой требовались бы небольшие расходы воздуха; давление в каверне должно быть достаточно высоким, чтобы она воспринимала более половины веса судна. Такую каверну можно создать путем устройства в днище судна выемки, ограниченной носовым реданом и боковыми скегами. При этом на указанные характеристики оказывают влияние форма смоченной части днища перед реданом, изменения ширины скегов по длине судна, форма линии днища на редане и свода выемки в районе транца и т. п.

В силу того, что на каверну влияет значительное число параметров, отработка формы обводов глиссирующего судна с днищевой каверной представляет собой сложный процесс. Натурные испытания судов такого типа подтвердили возможность снижения их гидродинамического сопротивления на 30 - 35% по сравнению с обычным глиссирующим прототипом. Кроме того, днищевая каверна приводит к улучшению характеристик мореходности, что свидетельствует о перспективности постройки морских быстроходных судов с каверной на днище. Реализация этой идеи на катерах обеспечила повышение их скорости по сравнению с традиционными обводами на 8,5 уз.

Применительно к движителям идея создания искусственных каверн нашла воплощение в различного рода вентилируемых движителях. В теоретическом плане, в случае, когда нет необходимости создавать каверны значительной протяженности, задача решается несколько проще, однако инженерные аспекты проблемы достаточно сложны.

Простейшим вентилируемым движителем является частично погруженный гребной винт, у которого вентиляция осуществляется за счет подсоса воздуха со свободной поверхности [3]. Однако несоосное с гребным валом приложение упора и наличие боковых нагрузок за счет возникновения тангенциальной силы лишь на части диска винта существенно ухудшает эксплуатационные качества такого движителя. Кроме того, поскольку в воде находится лишь часть диска, для создания необходимого упора требуется увеличение диаметра гребного винта. Отличительной особенностью всех вентилируемых движителей является невозможность обеспечения значительных удельных упоров особенно при малых скоростях. Поэтому более перспективны движители с управляемой вентиляцией, которые в зависимости от режима движения могут использоваться и как обычные, обтекаемые сплошным потоком, и как вентилируемые. К числу подобных движителей может быть отнесен так называемый вентилируемый водометный движитель, предложенный Мавлюдовым М. А. и представляющий собой гребной винт, расположенный в коротком канале, где обеспечивается управление потоком и регулирование подачи воздуха (рис. 4, а. с. 486957). Водомет лишен недостатков полупогруженных винтов в части действия поперечных сил и использования



площади диска, и основные проблемы его применения связаны с надежностью управления вентиляцией.

Таким образом, применение искусственной кавитации для снижения сопротивления корпуса и повышения эффективности двигателей — новый подход к этому явлению в инженерной практике. Он связан с использованием благоприятных особенностей кавитационных течений для совершенствования судовых конструкций. Это направление является сегодня одним из наиболее перспективных для повышения технико-экономических показателей судов.

Во многих странах учёные исследуют явление кавитации, вызванное вибрацией во время работы теплового двигателя на корпус судна и которое происходит в самом двигателе, в системе охлаждения, и стараются, изобретая различные антивибрирующие установки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов А. Н. Гидродинамика развитых кавитационных течений. Ленинград: Судостроение, 1980. – 189 с.
2. Двигатели быстроходных судов / Мавлюдов М. А., Русецкий Ю. М., Садовников Э. А., Фишер О. А. Ленинград: Судостроение, 1982. – 245 с.
3. Кнэпп Р. П., Дейли Дж. В., Хэммит Ф. Д. Кавитация: Пер. с англ. Москва, Мир, 1974. – 157 с.



ВПЛИВ ДЕЗИНФЕКЦІЇ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ НА МІКРОБНЕ ЗАРАЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТА ГІБРИДНИХ АВТОМОБІЛІВ

Бажинов А.В., Кравцов М.Н.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет
(м. Харків, Україна)

Автомобільна система кондиціонування повітря може бути джерелом мікробіологічного зараження в автомобілі водія та пасажирів.

Метою даного дослідження було оцінити рівень мікробного забруднення до і після обслуговування автомобільної системи кондиціонування повітря на основі якісного та кількісного аналізу бактерій і грибків, виділених з повітря, а також перевірити ефективність різних методів очищення системи кондиціонування повітря в приміщенні видалення мікробних забруднень.

Дослідження проводилося на 35 випадково обраних автомобілях, обладнаних системами змінного струму. У кожному протестованому автомобілі зразки життєздатних біоаерозолів були взяті за допомогою одноступінчатого імпактора MAS до і після обслуговування систем кондиціонування повітря.

Для дезінфекції систем кондиціонування в досліджених транспортних засобах використовувалися чотири методи: озонування, нанесення хімічного дезінфікуючого засобу за допомогою ультразвуку, ручне нанесення хімічної дезінфекційної піни і одночасне озонування та нанесення хімічної дезінфекційної піни [1].

Концентрація бактерій і грибків в пробах повітря до обслуговування кондиціонера в автомобілях становила $7,5 \times 10^1$ КУО / м³ і $2,0 \times 10^3$ КУО/м³ і $4,0 \times 10^1$ КУО / м³ і $5,0 \times 10^2$ КУО / м³ відповідно. Незалежно від методу дезінфекції, після обслуговування кондиціонера спостерігалася зниження концентрації мікробів. Найбільша ефективність дезінфекції спостерігалася для двох методів: озонування в поєднанні з ручним нанесенням хімічного дезінфікуючого засобу в систему кондиціонування і розпилення хімічного дезінфікуючого засобу за допомогою ультразвуку.

На підставі отриманих результатів можна зробити висновок, що системи кондиціонування в автомобілях необхідно регулярно дезінфікувати для усунення мікробіологічних забруднень, які можуть бути причиною несприятливого впливу на здоров'я людини.

Загальна кількість автомобілів в світі в 2018 році склало 947 мільйонів легкових автомобілів і 335 мільйонів комерційних автомобілів. Тільки в Європі зареєстровано 256 мільйонів легкових автомобілів. З кожним роком кількість автомобілів збільшується, і, за прогнозами, до 2030 року воно досягне 2 мільярдів. Ці цифри також роблять автомобільний сектор дуже важливим для світової економіки. Наприклад, в цьому секторі зайнято близько 12,6 мільйона осіб, тобто 5,7% працівників Європейського Союзу.



Автомобілі – наше джерело мобільності номер один, а автомобільний транспорт - найпоширеніший засіб пересування в світі. Понад 70% подорожей по світу - це поїздки на особистому автомобілі або таксі. Кожен день тисячі людей проводять багато годин в різних типах автотранспортних засобів (наприклад, в приватних автомобілях, таксі, автобусах або вантажівках) [2].

Для підвищення комфорту в поїздках автомобілі оснащені системами кондиціонування повітря. Перша система кондиціонування повітря, встановлена на автомобілі, сталася в 1933 році в США. З тих пір систематично спостерігається зростання кількості автомобілів, оснащених системами змінного струму. На автомобілі, оснащені системою кондиціонування, доводилося менше 50% автомобілів, вироблених до 2000 року, тоді як серед нових моделей цей відсоток значно вищий (у 2013 році він становив уже 74%).

Основне завдання автомобільної системи кондиціонування - забезпечення належної якості повітря всередині автомобіля. Найважливішими параметрами повітря, які можна регулювати в приміщенні з кондиціонером, є температура і відносна вологість. Добре функціонуюча система кондиціонування повітря гарантує комфорт водія і пасажирів, наприклад, забезпечуючи холодне повітря влітку, а також захист від забруднення атмосферного повітря частками. Використання системи кондиціонування повітря також зазвичай призводить до зменшення наявності мікробних забруднювачів всередині автомобіля [3].

На практиці сучасні автомобільні кондиціонери нерідко стають активним джерелом викидів шкідливих біологічних агентів (в основному бактерій і грибків). Це розвиток мікробів є результатом поверхневого забруднення системи кондиціонування повітря, чому в значній мірі сприяє підвищення вологості повітря, викликане малим діаметром шнурів кондиціонерів, очищувачів повітря, повітряних холодильників і т. д. Деякі мікробні забруднювачі можуть легко створювати біоплівки в повітроводах системи кондиціонування повітря, яка може бути розподілена навколо інших елементів установки, а також всередині самого салону автомобіля.

Чим довше використовується автомобільна установка змінного струму, тим більша ймовірність, що вона стане джерелом шкідливого мікробного забруднення повітря в салоні автомобіля.

Вплив біоаерозолів може привести до несприятливих наслідків для здоров'я, починаючи від простого роздратування, алергічних реакцій і закінчуючи інфекційними захворюваннями або токсичної реакцією. Численні дослідження доводять, що вплив високих концентрацій мікроорганізмів в повітрі часто пов'язано з астмою, ринітом та пневмонією.

Біоаерозолів також можуть становити небезпеку для здоров'я людини, оскільки вони можуть бути джерелом шкідливих структур і речовин, які проявляють імунологічну реактивність (алергени, мікотоксини, ендотоксини та інші фрагменти мікробних клітин) в повітрі [4].



Правильне обслуговування в електричних, гібридних та автомобільних транспортних засобах систем кондиціонування повітря вимагає систематичного обслуговування. Рекомендується регулярно замінювати фільтри салону, очищати і дезінфікувати повітроводи, випарник і повітрозабірники кузова автомобіля, а також контролювати проникність каналу для відведення конденсату від випарника установки кондиціонування повітря.

Для очищення установок кондиціонування використовуються різні методи: хімічні (використання дезінфікуючих засобів), фізичні (озонування) і хіміко-фізичні (використання дезінфікуючих засобів в поєднанні з ультразвуком). Регулярне очищення систем кондиціонування повітря істотно впливає на процес обслуговування і, отже, на якість повітря в приміщенні.

Метою даного дослідження було оцінити рівень мікробного забруднення до і після обслуговування автомобільної системи кондиціонування повітря на основі якісного та кількісного аналізу бактерій і грибків, виділених з повітря, а також перевірити ефективність різних методів очищення системи кондиціонування повітря в приміщенні. видалення мікробних забруднень [5].

Згідно з літературними даними, використання системи кондиціонування повітря зазвичай знижує концентрацію біоаерозолів всередині транспортного засобу. Виявлено, що використання системи кондиціонування повітря дозволяє знизити грибкову мікробіоту на 68-78%.

Однак вищезгадані результати вказують на те, що системи кондиціонування або салонні фільтри можуть бути забруднені цими мікроорганізмами, і їх тривале використання може призвести до збільшення концентрації мікробів всередині автомобіля водія. Неправильно яку обслуговує система кондиціонування (тривала робота фільтрів або відсутність систематичної дезінфекції) може бути джерелом додаткового небажаного забруднення повітря в автомобілях.

На підставі результатів дослідження можна зробити висновок, що всі чотири методи обслуговування автомобільних систем кондиціонування були ефективними в зниженні мікробного забруднення повітря всередині салону автомобіля. Найбільш помітний ефект очищення спостерігався для двох методів, а саме озонування в поєднанні з нанесенням хімічної дезінфекційної піни і розпилення хімічного дезінфікуючого засобу за допомогою ультразвуку.

Озон має добре задокументованими антибактеріальними властивостями і може використовуватися для інактивації широкого кола мікроорганізмів, включаючи віруси і бактерії, які можуть бути стійкими до інших дезінфікуючих засобів. Як вказують дослідники різних країн, озон також має бактерицидні властивості відносно штамів MRSA [6].

Озон зазвичай застосовується для усунення запахів і зменшення кількості і / або видалення мікроорганізмів як з повітря, так і з поверхонь в лікарняних палатах та вентиляційних каналах в будівлях (EPA 1997). Цей газ може ефективно проникати в важкодоступну області кондиціонування повітря, повітропроводи і все інших внутрішніх приміщення, що дозволяє досягти дуже



високого рівня дезінфекції. Однак, оскільки це газ з високою реакційною здатністю, рівень озону ніколи не повинен перевищувати 0,15 мг / м³ при 8-годинному впливі.

Випробувані методи обслуговування автомобільних систем кондиціонування повітря в досліджуваних автомобілях працюють настільки ефективно, що знижують мікробне забруднення повітря всередині салону автомобіля. Найвища ефективність дезінфекції спостерігалася при озонуванні в поєднанні з ручним нанесенням хімічного дезінфікуючого засобу в систему кондиціонування повітря і розпиленням хімічного дезінфікуючого засобу за допомогою ультразвуку [7].

Якісний аналіз мікробів повітря в досліджуваних автомобілях показав наявність бактеріальних і грибкових мікроорганізмів, які згідно з Постановою міністра охорони здоров'я відносяться до групи ризику 2. Прямий контакт з цими мікроорганізмами може викликати несприятливі наслідки для здоров'я водіїв. і пасажирів однаково.

Найбільш поширеними видами бактерій в повітрі салонів автомобілів були коки (в основному з родів *Staphylococcus* і *Micrococcus* / *Kocuria*) і утворюють ендоспори грам-позитивні палички з роду *Bacillus*. Серед найбільш поширених представників грибів були представники родів *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium* та *Penicillium*.

Системи кондиціонування повітря в транспортних засобах слід систематично обслуговувати. Всю систему слід регулярно дезінфікувати для усунення мікробіологічних забруднень.

Випробувані методи обслуговування автомобільних систем кондиціонування повітря в досліджуваних автомобілях працюють настільки ефективно, що знижують мікробне забруднення повітря в середині салону автомобіля. Найвища ефективність дезінфекції спостерігалася при озонуванні в поєднанні з ручним нанесенням хімічного дезінфікуючого засоби в систему кондиціонування повітря и розпиленням хімічного дезінфікуючого засоби за допомогою ультразвуку [8].

Якісний аналіз мікробів повітря в досліджуваних автомобілях показавши наявність бактеріальних і грибкових мікроорганізмів, які у згоді з ухвалив міністра охорони здоров'я відносяться до групи ризику 2. Прямий контакт з цими мікроорганізмами може викликати несприятливі наслідки для здоров'я водіїв. и пасажирів однаково.

Найбільш поширеними видами бактерій в повітрі салонів автомобілів були коки (в основному з родів *Staphylococcus* и *Micrococcus* / *Kocuria*) які утворюють ендоспори грам позитивні палички з роду *Bacillus*. Серед найбільш поширення представники грибів були родів *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium* та *Penicillium*.

Системи кондиціонування повітря в транспортних засоби слід систематично обслуговувати. Всю систему слід регулярно дезінфікувати для усунення мікробіологічного забруднення [9].



ЛІТЕРАТУРА

1. Aquino S, Lima JEA, Nascimento APB, Reis FC (2018) Анализ грибкового загрязнения воздушных фильтров транспортных средств и их влияние как биоаккумулятора на качество воздуха в помещении. *Air Qual Atmos Health* 11 (10): 1143 – 1153. <https://doi.org/10.1007/s11869-018-0614-0>.
2. Bosshard PP, Kronenberg A, Zbinden R, Ruef C, Böttger EC, Altwegg M (2003) Этиологическая диагностика инфекционного эндокардита с помощью широкой полимеразной цепной реакции: 3-летний опыт. *Clin Infect Dis* 37 (2): 167 – 172. <https://doi.org/10.1086/375592>.
3. Bosshard PP, Zbinden R, Abels S, Böddinghaus B, Altwegg M, Böttger EC (2006) Секвенирование гена 16S рРНК по сравнению с системой API 20 NE и картой VITEK 2 ID-GNB для идентификации неферментирующих грамотрицательных бактерий в клинической лаборатории, *J Clin Microbiol* 44 (4): 1359 – 1366. <https://doi.org/10.1128/JCM.44.4.1359-1366.2006>.
4. Бурча С. К., Армен П., Бурлибаса Л., Попа М., Ионеску И., Чернаууска-Митару М. (2013) Спирты и фенолы: теоретические и практические аспекты, связанные с их использованием в медицинской практике. *Металл. Int* 18 (8): 261 – 264.
5. Директива 2000/54 / ЕС Европейского парламента и Совета от 18 сентября 2000 г. о защите рабочих от рисков, связанных с воздействием биологических агентов на работе. *Off J Eur Union L* 2000; 262/21: 21 – 45.
6. Сен-Жермен Г., Саммербелл Р. (2011) Идентификация нитчатых грибов, 2-е изд. Звезда, Бельмонт.
7. Sultan Z, Nilsson G, Magee R (2012) Тестирование эффективности очистки воздухопроводов и ее воздействия на уровень взвешенных в воздухе частиц, плесени и биоцидов в коммерческих офисных зданиях, *NCR-CNCR*, Канада.
8. Сайкс П., Джонс К., Вайлдсмит Дж. Д. (2007) Управление потенциальными рисками для здоровья населения в результате высвобождения биоаэрозолей на коммерческих предприятиях компостирования в Великобритании: анализ доказательной базы. *Ресурс Консерв Ресикл* 52: 410 – 424. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2007.05.005>.
9. Viegas C, Monteiro A, Dos Santos M, Faria T, Caetano LA, Carolino, Quintal Gomes A, Marchand G, Lacombe N, Viegas S (2018) Фильтры из системы кондиционирования воздуха такси: инструмент для характеристики профессионального воздействия бионагрузки на водителя? *Environ Res* 164: 522 – 529. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.03.032>.



КОНТРОЛЬ УРОВНЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАДЕЖНОСТИ КАК СРЕДСТВО СНИЖЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ОПЕРАТОРОВ

Брусенцов В.Г., Пузырь В.Г., Костыркин О.В.

Украинский государственный университет железнодорожного транспорта
(г. Харьков, Украина)

Обеспечение необходимого уровня профессиональной надежности железнодорожных операторов, как источника львиной доли транспортных происшествий, является важнейшим условием обеспечения безопасности транспортного процесса.

В настоящее время такого рода задачи наиболее эффективно решаются на основе анализа рисков.

Понятие «профессиональная надежность» как системное качество, включает ряд подсистем, а именно – медико-биологическую, психофизиологическую, квалификационно-образовательную, функциональную. В настоящее время каждая из этих подсистем контролируется и обеспечивается соответствующими мероприятиями. Так, уровень медико-биологической надежности контролируют медицинские осмотры, что позволяет не допускать к конкретным операторским профессиям людей с определенными патологиями. Психофизиологическую – профессиональный отбор, не допускающий людей, не имеющих необходимого уровня профессионально важных качеств высшей нервной деятельности. Квалификационно-образовательную часть обеспечивают и контролируют профессиональное обучение, тренаж, переподготовка кадров.

Несколько особняком стоит функциональная надежность, которая понимается как способность функциональных систем организма обеспечивать динамическую устойчивость в исполнении профессиональной задачи в течение определенного времени и с заданным качеством [1].

Здесь проявляется острое противоречие – несмотря на то, что на ее долю приходится до 90% случаев нарушений безопасности, наблюдается непропорционально малое к ней внимание [2]. Функциональная надежность состоит из двух составляющих с различным временным периодом, а именно – долговременной и оперативной (текущей). Долговременная оценивается биологическим возрастом и уровнем здоровья, следовательно, изменяется в течение достаточно длительного времени (месяцы, годы). Текущая (функциональное состояние) может меняться достаточно быстро.

В условиях профессиональной деятельности железнодорожных операторов особый интерес представляют показатели долговременной составляющей, поскольку они являются той базой, на которой формируется текущее состояние человека. При этом они не контролируются ни у кого. Вместе с тем известно, что с ростом биологического возраста функциональные возможности организма снижаются и, в общем случае, весьма стремительно. Интегральная работоспособность организма уже к 40 годам уменьшается в



среднем в 3 раза по сравнению с 20 – 29 годами [3]. По этой причине существуют возрастные ограничения на выполнение определенных трудовых функционалов, причем - чем они сложнее и ответственнее, тем раньше такой рубеж наступает. Эта проблема приобрела особую актуальность в последние годы в связи с тем, что совпали две тенденции. С одной стороны, демографическая ситуация в стране требует повышения пенсионного возраста, а с другой – наблюдается существенное повышение темпа старения у значительной части популяции (по данным исследований биологический возраст среднего мужчины в Украине превышает метрический в среднем на 7 лет). Это особенно выражено в профессиональных группах, связанных с напряженным режимом работы. Особую тревогу вызывает то, что больше всего это проявляется у молодого поколения, что подтверждают и наши исследования, результаты которых показаны на рис.1. [4].

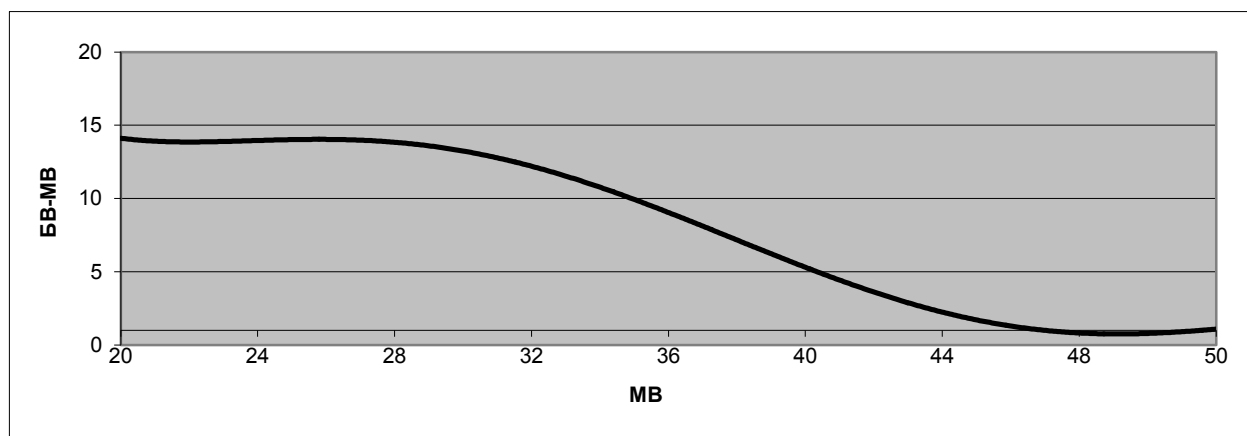


Рисунок 1. Распределение превышения биологического возраста (БВ) над метрическим возрастом (МВ) у мужчин железнодорожных диспетчеров: по оси абсцисс – метрический возраст, по оси ординат – величина превышения (годы)

Важность проблемы возрастает также потому, что при общем старении населения Украины наблюдается явное старение трудового контингента и по метрическому возрасту.

Не менее важной составляющей уровня функциональной надежности человека-оператора является уровень здоровья. Он определяет способность сохранять работоспособность в неблагоприятных состояниях, таких как утомление (особенно накапливающееся), стресс – которые часто являются неотъемлемыми составляющими трудового процесса. Его значение определяется рядом факторов: с одной стороны, он определяет уровень функциональной надежности, а с другой – известно, что сегодня он существенно снижен как в целом по популяции, так и, естественно, у контингента железнодорожных операторов.

Интересы практики требуют наличия количественной оценки, в связи с чем существует много методов ее получения, в основе большинства из которых лежит оценка уровня физической работоспособности. Обследование большой группы железнодорожных операторов методом оценки «Уровня физического состояния» показали, что 44% контингента имеет уровень здоровья в разряде



«ниже среднего» и «низкий уровень» [5]. Это уровень, который ставит людей в положение между здоровьем и заболеванием, т.е. они имеют низкий «запас прочности» и высокую вероятность заболевания.

Исходя из сказанного - очевидна необходимость развития и внедрения в повседневную практику средств и методов оценки и мониторинга уровня функциональной надежности работников с операторским характером труда как средства снижения профессиональных рисков на транспорте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бодров В. А. Психология и надёжность: человек в системах управления техникой [Текст] / В. А. Бодров, В. Я. Орлов. – М.: РАН Ин-т психол., 1998. – 285 с.
2. Richardson J. E. C.F.I.T. : A human factors problem / J. E. Richardson // Air traffic contr. – 1984. – Vol. 26. – P. 29 – 31.
3. Экспертиза трудоспособности работников среднего и пожилого возраста: метод. рекоменд. / М-во здравоохран. СССР, Республ. центр науч. мед. информ. [состав. В. Л. Бакалейникова и др.]. – К.: 1991. – 25 с.
4. Брусенцов В. Г. Ергономічні основи контролю працездатності залізничних операторів як засобу підвищення надійності їх професійної діяльності. Ареф. д.т.н. 05.01.04 – ергономіка / В. Г. Брусенцов. – Харків:, 2013.
5. Брусенцов В.Г., Ворожбіян М.І., Пузир В.Г., Брусенцов О.В. Ергономічне забезпечення діяльності машиністів у швидкісному русі. Збірник наукових праць українського державного університету залізничного транспорту Випуск 160. Харків 2016. – С. 120 – 124.



ПІДВИЩЕННЯ ЕКОНОМІЇ ПАЛИВА ТА ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ГОЛОВНОГО ДВИГУНА MAN 6G70ME-C ЗА РАХУНОК ЗАСТОСУВАННЯ ВОДОПАЛИВНИХ ЕМУЛЬСІЙ

Врублевський Р.Е.

Херсонська державна морська академія
(м. Херсон, Україна)

Вступ. Серед головних завдань, що стоять в даний час перед судобудівниками у всьому світі, – завдання енергозбереження та екологічної безпеки при роботі енергетичних установок с двигунами внутрішнього згоряння (ДВЗ). При проектуванні сучасних суднових дизелів особлива увага приділяється їх економічності і мінімалізації впливу наслідків їх експлуатації на навколишнє середовище. Одним з основних способів зниження витрат енергоносіїв і збереження навколишнього середовища при експлуатації суднових дизелів є застосування водопаливних емульсій (ВПЕ). У високов'язких мазутах, використовуваних при експлуатації суднових ДВС, спостерігається підвищений вміст води в вигляді окремих місцевих скупчень, обумовлене процесами перевезення, перекачування, зберігання і підігріву палива. Використання в якості палива спеціально приготованих водомазутних емульсій є одним з ефективних методів, що дозволяють усунути негативні наслідки цього явища. До проблем, які ускладнюють екологічну обстановку, відноситься і безперервне накопичення сотень тисяч тонн баластних вод, що містять нафтопродукти. Їх джерелом є промислові підприємства, морський і річковий флот.

Основна частина. Емульгатори – це речовини, молекули яких містять гідрофільну і гідрофобну частини. Співвідношення між двома частинами являє гідрофільно-ліпофільний баланс (ГЛБ), що відображає співвідношення розчинності емульгатора в воді та паливі; його величина для ВПЕ знаходиться в діапазоні 3...8 одиниць. Ці речовини адсорбуються на міжфазних поверхнях рідин які не змішуються і знижують міжфазний натяг на межі поділу фаз. Їх застосовують для запобігання розшарування емульсій, одержуваних на основі рідин які не змішуються між собою. Для емульсій води в паливі або палива в воді (як ВПЕ, що створюються на основі легких палив), застосовують так звані твіни (біологічні емульгатори на основі аліфатичних вуглеводнів) і спани (біологічні емульгатори на основі складних ефірів сорбітану). Перші – гідрофільні (ГЛБ>14), другі – ліофобні (ГЛБ<5). Застосування їх суміші забезпечує утворення більш стабільної емульсії. У даній роботі використані два сумішевих емульгатора: перша суміш складається з Span-60 і Твін-60, а друга – з Span-80 і Твін-60. Принципова схема установки приготування ВПЕ на основі методу мембранного емульгування можна побачити на рис.1.

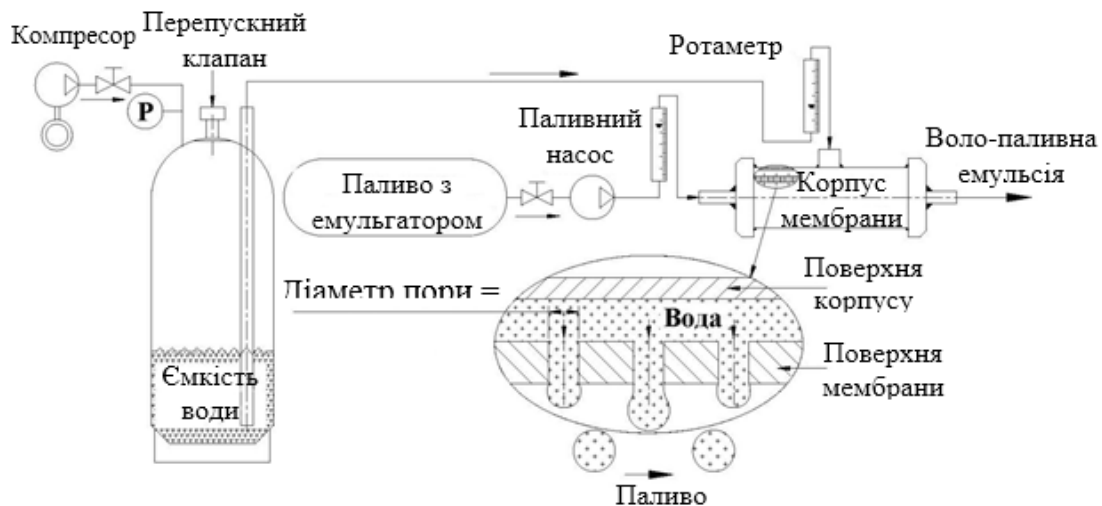


Рисунок 1. Принципова схема установки приготування ВПЕ

Оскільки Span-60 – це тверда речовина, то спочатку необхідно підігрівати суміш з паливом до повного розчинення, потім суміш охолоджується до нормальної температури перед введенням води.

Визначення структури емульсії оцінювалося за двома параметрами: середній розмір крапель дисперсної фази і їх розподіл за розмірами. Ці параметри виміряні візуально за допомогою оптичного мікроскопа (рис. 2) і обладнання з динамічним розсіюванням лазерного світла – аналізатора розмірів частинок.

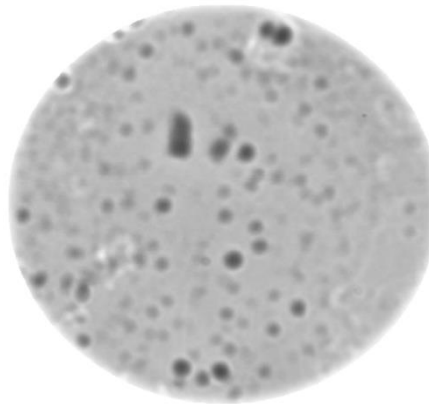


Рисунок 2. Структура ВПЕ після 15 днів її отримання: чорні точки краплі води; загальне збільшення $\times 1200$. Склад ВПЕ по масі: 82% палива, 17,2% води і 0,8% сумішевого емульгатора з ГЛБ = 7,23

Розподіл крапель за розмірами для однієї з проб ВПЕ характеризується значенням коефіцієнта дисперсності δ , що відображає, наскільки емульсія однорідна: якщо $\delta < 0,4$, то емульсія монодисперсна. Величина δ визначена за формулою: $\delta = (D_{90} - D_{10})/D_{50}$, де D_{90} , D_{50} і D_{10} – діаметри крапель, відповідні 90, 50 і 10% на інтегральній кривій розподілу за розмірами. В даному випадку $\delta \approx 0,9$ ($D_{90} = 1,3$, $D_{50} = 0,82$ і $D_{10} = 0,55$ мкм).

Незважаючи на ламінарний характер перебігу палива (число Рейнольдса не перевищує 500) розподіл розмірів симетрично; при забезпеченні турбулентного характеру потоку розподіл крапель води за розмірами звужується.



Для оцінки впливу вмісту води на в'язкість емульсії були приготовлені ВПЕ з вмістом води до 50 %; при цьому використана керамічна циліндрична мембрана довжиною 22 см, внутрішнім діаметром труби 6 мм, зовнішнім діаметром 10 мм, з розміром пір 0,2 мкм і пористістю 50%.

Збільшення об'ємного вмісту води V_e призводить до значного підвищення в'язкості ВПЕ в результаті гідродинамічної взаємодії між краплями води в паливі, підвищуючи коефіцієнт внутрішнього тертя і змінюючи структуру.

Даний факт необхідно враховувати при використанні ВПЕ в ДВС, оскільки це буде призводити до зміни характеру розпилювання палива в камері згорання.

При приготуванні ВПЕ з однаковим змістом води $V_e \approx 17\%$ і сумішевого емульгатора з Span-80 і Твін-60 – 0,5% з ГЛБ = 9,2 відзначена зміна в'язкості і структури при зміні розміру пор мембрани.

Цей ефект пояснюється зміною середнього розміру крапель води в ВПЕ (чим менше середній розмір крапель в емульсії, тим більше в'язкість емульсії) і розподіл за розмірами (монодисперсні емульсія має велику в'язкість, ніж полідисперсна емульсія). Чим менше середній діаметр пір мембрани, тим менше середній розмір крапель води в емульсії і тим однорідніше емульсія (рис. 3).



Рисунок 3. Зміна структури ВПЕ в залежності від діаметра пор мембрани (зліва – 0,2 мкм, праворуч – 0,45 мкм) при однаковому вмісті води ($V_e \approx 17\%$) та емульгатора (0,5% Span-80 і Твін-60); ширина кадру – 130 мкм

Таким чином, застосування мембранного емульгування дозволяє досліджувати ступінь впливу розміру крапель води на в'язкість емульсії без внесення суттєвих змін до розподілу за розмірами.

Проведено аналіз необхідних витрат енергії на емульгування при застосуванні різних методів: роторних гомогенізатори, ультразвукового, механічного перемішування, мембранного. У цьому випадку щільність енергії розрахована за рівняннями:

$$E_v = \frac{\text{Споживана потужність}}{\text{Об'ємна витрата емульсії}} = \frac{P}{Q}, \text{ Дж/м}^3 \quad (1)$$

Результати показали, що мембранне емульгування не тільки дає можливість регулювання структури емульсії, а й споживає меншу енергію на кожен одиницю.



Висновок. При роботі двигуна на ВПЕ відмічено вплив структури емульсії (при постійному складі ВПЕ) як на екологічні, так і економічні показники двигуна, а саме: більший вплив ВПЕ з великим розміром крапель води на емісію NO_x, а з меншим розміром – на рівень димності і емісію СnНm; збільшення ефективного ККД в широкому діапазоні навантажень (до 1,1...1,2 рази для ВПЕ з вмістом води 17% і найбільш імовірною структури крапель води в емульсії, приготовленої за допомогою мембрани з розмірами пор 0,2 і 0,45 мкм). Експериментальні результати визначення впливу схильності ВПЕ до сажоутворення показали, що граничний вміст води в ВПЕ становить 25...30% об. – це характеризується найбільшим значенням максимальної висоти полум'я, яке коптить, в режимі дифузійного горіння, властивого дизелю. Виявлено, що як зменшення середнього розміру крапель води, так і збільшення вмісту води в ВПЕ призводить до збільшення в'язкості емульсії, що необхідно враховувати при організації процесів подачі палива і сумішоутворення в дизелі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Аттия, А. М. А. Особенности подготовки водо-топливных эмульсий на основе легких топлив / А. М. А. Аттия // *Фундамент. исслед.* – 2011. – № 8. – С. 706 – 709.
2. Аттия, А. М. А. Управление структурой водотопливной эмульсии / А. М. А. Аттия, А. Р. Кульчицкий // *Research papers of Lithuanian University of Agriculture.* – 2012. – Vol. 46, No. 2 – 3. – P. 112 – 126. – ISBN 1392-1134.
3. Аттия, А. М. А. Влияние введения воды на склонность к сажеобразованию дизельного топлива / А. М. А. Аттия, А. Р. Кульчицкий // *Современ. проблемы науки и образования.* – 2012. – № 4.
4. Аттия, А. М. А. Применение смесового эмульгатора для приготовления однородной водотопливной эмульсии / А. М. А. Аттия, А. Р. Кульчицкий // *Materaly VIII mezinarodni vedecko – praktika conference «Veda a technologie: krokdo budoucnosti - 2012»* – Dil 35, *Technicke vedy: Praha. Publishing House «Education and Scince».* – 2012. – P. 74 – 78. – ISBN 978-966-8736-05-6.



УТИЛІЗАЦІЯ АВТОМОБІЛІВ ШЛЯХОМ ПЕРЕОБЛАДНАННЯ В ЕЛЕКТРОМОБІЛІ

Гришук О.К., Тімков О.М., Гладченко В.С.
Національний транспортний університет
(м. Київ, Україна)

За статистичними даними міністерства інфраструктури України [1] від 2019 року, автомобільна транспортна система України налічує більше 9,2 млн. транспортних засобів.

Останнім часом питанню утилізації автомобілів, які відпрацювали свій термін користування, приділяється особлива увага. Старі автомобілі становлять небезпеку для навколишнього середовища. По-перше, це ризик забруднення повітря. Автомобілі, яким 15 років та більше, мають більш високі показники викидів забруднюючих речовин, ніж сучасні авто. По-друге, старі машини часто ламаються і постає питання, що з ними робити далі. Належної системи утилізації автомобілів в Україні немає. За період 2018...2020 років ситуація суттєво погіршилася внаслідок ввезення в Україну старих автомобілів з Європи. Було зареєстровано понад 100 тисяч автомобілів. Їхній середній вік складає 14 років. Це на сім років більше, ніж вік автомобілів, розмитнених у попередні місяці.

В Україні підлягає утилізації вже понад 1 млн. автомобілів, не придатних для подальшої експлуатації. Впровадження концепції утилізації таких автомобілів дасть можливість переробити їх, не завдаючи шкоди навколишньому середовищу. Крім цього, це буде сприяти оновленню застарілого парку автомобілів і суттєво знизить викиди шкідливих речовин в атмосферу.

Відходи, які утворюються при утилізації автотранспортної техніки, характеризуються великою неоднорідністю за складом і динамікою утворення, всі вони при неправильному поводженні завдають значної шкоди навколишньому середовищу [2]. Автомобілі, які відпрацювали свій термін, містять велику кількість наступних елементів, що негативно впливають на навколишнє середовище: елементи, що містять свинець; відпрацьовані мастила і забруднене паливо; технічні рідини; пластмаси і т. д. Ці елементи впливають на такі компоненти навколишнього середовища як земельні і водні ресурси, атмосферу. Повноцінна утилізація, техніки, яка відпрацювала свій термін, та її компонентів, пов'язана з розробкою технологій, що дозволяють добитися максимально можливого рівня повторного використання ресурсів.

Одним з шляхів утилізації автомобілів є їх ремонт з подальшим переобладнанням в електромобіль чи гібридний автомобіль. Враховуючи складну економічну ситуацію, це один з можливих способів вирішення даної проблеми, який набуває все більшого поширення в Україні.

За наявними в ДП «ДержавтотрансНДПроект» даними, які сформовані на підставі виданих за останні 4 роки висновків науково-технічної експертизи щодо погодження можливості переобладнання КТЗ, кількість заявок на переобладнання КТЗ шляхом заміни ДВЗ на електродвигун зросла в рази [3].



Метою статті є огляд способу утилізації автомобілів з ДВЗ шляхом їх переобладнання в електромобілі або гібридні автомобілі.

Викладення основного матеріалу. Тяговий електропривод (ТЕП) електромобіля (рис. 1) в загальному випадку структурно містить джерело електричної енергії (ДЕЕ), електродвигун (ЕД) і механічну трансмісію (МТ), яка передає механічне зусилля від ЕД до ведучих коліс (ВК) електромобіля.

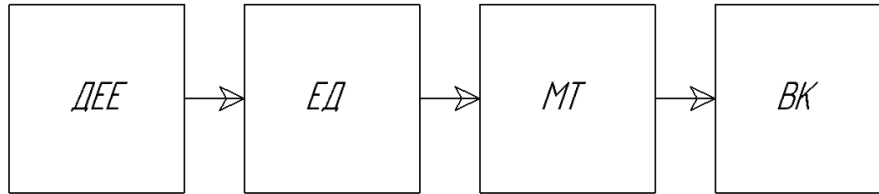


Рисунок 1. Схема тягового електроприводу електромобіля

Для розробки методики складання математичної моделі руху електромобіля обрана компоновальна схема передньопривідного автомобіля, яка відрізняється простотою механічної трансмісії, підвищеним ККД, високими масогабаритними показниками електроприводу, а також підвищеною надійністю. Опис математичної моделі та динамічних процесів що відбуваються в механічній частині електроприводу докладно наведено в роботі [4], в онову покладено рівняння руху електромобіля в узагальнених координатах – рівняння Лагранжу [5, 6]:

Враховуючи, що передаточне відношення редуктора визначається як $U = \omega_1 / \omega_2$ та лінійна швидкість колеса електромобіля $v = \omega_2 R$, у загальному вигляді рівняння руху електромобіля має вигляд:

$$M_{ТЕП} \eta_{\Sigma} - F_N \frac{f}{U} - \frac{1}{2} \rho C_d A_e \left(\frac{R}{U} \right)^3 \omega^2 \mp G \frac{R}{U} \sin \alpha = J_{\Sigma} \frac{d\omega}{dt} \quad (1)$$

де $M_{ТЕП}$ – крутний момент, що створює ТЕП, $M_1 = f(\omega)$;

η_{Σ} – сумарний ККД механічної передачі, електричних машин та перетворювачів енергії;

F_N – нормальна складова сили тяжіння електромобіля;

α – кут нахилу дороги;

g – прискорення вільного падіння;

f – коефіцієнт опору кочення дороги.

ρ – густина повітря за нормальних умов;

C_d – коефіцієнт аеродинамічного опору кузова електромобіля;

A_e – лобова площа електромобіля.

R – радіус колеса електромобіля;

$\omega = \frac{d\varphi}{dt} = \dot{\varphi}$ – кутова швидкість валу ТЕП;



$J_{\Sigma} = (m_0 + m_1 + 4m_2) \frac{R^2}{U^2} + J_1 + 4 \frac{J_2}{U^2}$ – сумарний момент інерції приведений до валу тягового електродвигуна електромобіля.

Енергію необхідну для виконання їздового циклу розраховано за формулою

$$E_{out} = \int_{traction} P_{b-out} dt + \int_{braking} P_{b-in} dt. \quad (2)$$

Для проведення чисельного експерименту з використанням ПЕОМ, було обрано наступні параметри автомобіля ЗАЗ 1105 «Дана», див. табл. 1.

Таблиця 1.

Технічна характеристика автомобіля

Параметр	Значення	Одиниця виміру
Маса автомобіля	1110	кг
Коефіцієнт аеродинамічного опору	0.29	-
Лобова площа автомобіля	1.86	м ²
База автомобіля	2320	мм
Відстань від передньої осі до центру мас автомобіля	939	мм
Відстань від задньої осі до центру мас автомобіля	1380	мм
Передаточне відношення коробки передач	3.454 2.056 1.333 0.969 0.730	-
Передаточне число головної передачі	3.875	-
Динамічний радіус колеса	0.29	м

Переваги електромобіля та гібридного автомобіля краще всього реалізуються при русі у міському циклі з великою кількістю зупинок та гальмувань. При експертному оцінюванні властивостей автомобілів слід надавати найбільшу перевагу швидкісним режимам, які найбільш повно відповідають реальним умовам експлуатації ТЗ – їздовим циклам та/або експлуатаційним маршрутам. Співробітниками кафедри «Автомобілі» Національного транспортного університету (НТУ), було проведено дослідження реальних швидкісних режимів руху автомобілів в умовах м. Києва. Результати представлені в роботі [7]. На основі отриманих даних розподілу швидкості руху на експлуатаційному маршруті руху в м. Києві в результаті розрахунків проведено обґрунтування вибору граничного значення швидкості руху, до якої працює тільки ЕД, визначено параметри ДВЗ, ЕД, АКБ та швидкісний діапазон роботи рекуперативного гальмування.



На рис. 2 наведено залежність витрати енергії електромобілем (МДж/цикл) від співвідношення потужності ЕД та величини максимальної швидкості руху, за умови виконання швидкісного режиму руху на експлуатаційному маршруті.

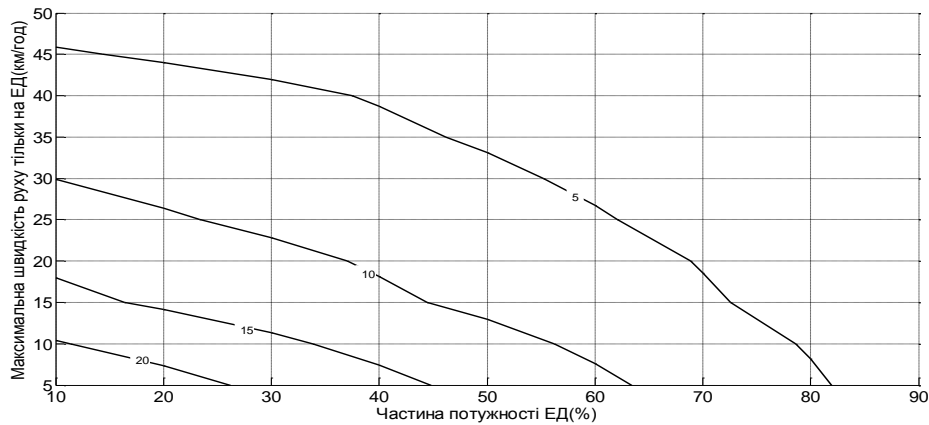


Рисунок 2. Залежність витрати енергії електромобілем (МДж/цикл)

Висновки:

1. Проблема утилізації старих транспортних засобів є надзвичайно актуальною для України. Середній вік транспортних засобів перевищує 6 років, та внаслідок лібералізації законодавства останніми роками, цей показник збільшився майже вдвічі до 13! Системи утилізації автомобілів в Україні немає.

2. Одним з шляхів вирішення цієї проблеми є переобладнання серійного автомобіля з ДВЗ в електромобіль чи гібридний автомобіль. У серійному автомобілі вже існують всі вузли трансмісії для підключення ЕД. Залишається лише виготовити перехідні елементи для з'єднання валів двигуна та КП, а також для кріплення ЕД, акумуляторів та елементів блоку керування. Наразі характеристики ЕМ більш придатні для його внутрішньо міського використання (з обмеженою максимальною швидкістю та пробігом при порівняно гарній якості доріг), і це дає змогу знизити певні вимоги до деяких конструктивних характеристик при обранні автомобіля, який переобладнується на ЕМ.

3. Для забезпечення можливості виконання швидкісного режиму руху на експлуатаційному маршруті, існує множина співвідношень потужностей ЕД. Так, потрібна потужність ЕД знаходиться в межах від 16,8 кВт до 30 кВт. При цьому, витрата електричної енергії тяговою батареєю становитиме 3,1...4,9 МДж/цикл.

ЛІТЕРАТУРА

1. Статистичні дані по галузі автомобільного транспорту // Міністерство інфраструктури України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mtu.gov.ua/content/statistichni-dani-po-galuzi-avtomobilnogo-transportu.html> (дата звернення: 03.02.2020).

2. Кужель В. П. Екологія та ресурсозбереження на автомобільному транспорті / В. П. Кужель, С. М. Севостьянов. – Вінниця: ВНТУ. – 2013. – 105 с.



3. Грищук О. К. Щодо переобладнання КТЗ шляхом заміни ДВЗ на електромотор/ О. К. Грищук, В. С. Гладченко // Тези доповідей. LXXV наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету, Київ, НТУ. – 2019.
4. Тімков О. М. Методика розробки математичної моделі електромобіля у відповідності до його компоновальної схеми/ О. М. Тімков, В. С. Гладченко, М. М. Гордієнко// Вісник ЖДТУ, Серія. Автомобільний транспорт. – № 2 (84). – 2019. – С. 10 – 15. DOI: [https://doi.org/10.26642/ten-2019-2\(84\)-10-15](https://doi.org/10.26642/ten-2019-2(84)-10-15) ISSN 2706-5847.
5. Попович М. Г. Теорія електропривода: Підручник/ М. Г. Попович, М. Г. Борисюк, В. А. Гаврилюк та ін.// За ред.. М. Г. Поповича. – К.:Вища шк.. – 1993 – 494 с., іл.
6. Гурский Н. Н. Виртуальное проектирование ходовой части мобильных машин / Н. Н. Гурский, Ан. М. Захарик, Ал. М. Захарик//. – Минск: БНТУ. – 2010. – 174 с.
7. Тімков О. М. Моделювання фізичних систем та системи керування гібридного автомобіля / О. Тімков, О. Іванов, А. Луцик// Systemy s srodki transportu samochodowego. Badania, konstrukcja i technologia srodkow transportu. – №4, Seria: Transport. – Rzeszow. – 2013 – С. 193 – 198.



САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ДЕЗІНФЕКТАНТІВ У ВИРОБНИЦТВІ ЦУКРИСТИХ РЕЧОВИН

Гусятинська Н.А.

Національний університет харчових технологій
(м. Київ, Україна)

Пріоритети сталого розвитку визначають необхідність підвищення уваги до питань захисту навколишнього середовища, охорони здоров'я населення, збереження природних ресурсів в процесі виробництва та споживання продукції [1]. Якість та безпечність харчових продуктів є одним з основних факторів підвищення рівня життя населення, економічної, соціальної й екологічної безпеки держави. Управління якістю та безпечністю продукції в харчовій промисловості ґрунтується на застосуванні практики належної гігієни та принципів НАССР – аналізу ризиків і контролю критичних точок. Отже, дотримання санітарно-гігієнічних вимог у виробництві харчових продуктів є важливим елементом в системі управління якістю та безпечністю харчових продуктів.

Метою роботи є дослідження сучасних дезінфектантів, що дозволені для використання у виробництві цукру, цукрових сиропів, крохмалю, крохмальних паток, з точки зору їх безпечності для персоналу і навколишнього середовища, а також впливу на технологічну якість напівпродуктів та готової продукції.

У виробництві цукру мікробіологічні процеси негативно впливають на загальний технологічний процес та якість готової продукції. Так, мікроміцети та бактерії спричинюють псування сировини – цукрових буряків, внаслідок чого погіршується якість готової продукції та зменшується її вихід з одиниці сировини. Наявність мікробіологічних процесів під час екстрагування сахарози з бурякової стружки спричинює розкладання сахарози, утворення ряду кислот, декстрану, що призводить до значних втрат сахарози у виробництві та погіршення якості цукру-піску. Внаслідок життєдіяльності слизоутворювальних бактерій відбувається ослизнення соків і сиропів, що утруднює процес їх фільтрування. Оскільки мікробіологічні процеси у бурякоцукровому виробництві призводять до втрат сахарози та сировини, то метою мікробіологічного контролю є запобігання їх перебігу, а також забезпечення санітарних умов виробництва для випуску готової продукції згідно вимог ДСТУ [2].

Вибір заходів дезінфекції та мікробіологічного контролю бурякоцукрового заводу визначається технологічною схемою виробництва та залежить від виду обладнання. Тому доцільно розглядати особливості мікробіологічного контролю саме з врахуванням типової технології та устаткування у виробництві цукру з буряків. На основі аналізу типової технологічної схеми транспортування цукрових буряків та одержання з них цукру, можна виділити наступні стадії, на яких необхідно виконувати заходи з дезінфекції: транспортування та мийка коренеплодів; одержання бурякової стружки; очищення транспортерно-мийної води; підготовка живильної води для



дифузійної установки; дифузійний апарат; мезго уловлювачі; фільтраційне обладнання; утфелемішалки, збірники відтоків; резервуар для зберігання меляси; збірники промив. До дезінфектантів, що використовуються в цукровій галузі, встановлені певні вимоги: вони повинні бути високоефективними, нетоксичними, не спричиняти корозію обладнання, безпечними з точки зору впливу на навколишнє середовище [3]. Крім того, важливою умовою застосування дезінфектанту є недопустимість його негативного впливу на якість отримуваних соків та продуктів виробництва. В бурякоцукровому виробництві основним антисептиком, який тривалий час застосовувався для пригнічення життєдіяльності мікроорганізмів, був формалін. Проте даний препарат досить токсичний, леткий, корозійно активний, екологічно небезпечний. До того ж препарат негативно впливає на технологічні показники продуктів – підвищує вміст солей кальцію та забарвленість соків та сиропів, знижує чистоту очищених продуктів, збільшує вміст сахарози в мелясі. Крім того, останніми дослідженнями доведено, що формалін згубно впливає на органи дихання і травлення, нервову та кровоносну системи, виявляє канцерогенну та мутагенну дію. Формалін у виробництві цукру використовується у вигляді 40%-го розчину формальдегіду, що вимагає особливих умов зберігання та дозування з точки зору дотримання санітарно-гігієнічних вимог та екологічної безпеки, оскільки за ступенем токсичного впливу на організм людини засіб відноситься до групи сполук 2 класу небезпеки [4].

Наразі запропоновано широкий спектр засобів на основі сполук хлору, йоду, сірки, озону, перекису водню, дитіокарбаматів, четвертинних сполук амонієвих основ та ін. Зокрема, проведено ряд досліджень щодо застосування в цукровій галузі ряду дезінфектантів на основі полігексаметиленгуанідину (ПГМГ) - «Біодез» та дихлорізоціанурової кислоти – «Жавель-Клейд, Санітарін», Нобак [4-6]. Доведено високу ефективність застосування досліджуваних засобів на різних стадіях технологічного процесу виробництва цукру.

Об'єктом досліджень були дезінфікуючі засоби вітчизняного та зарубіжного виробництва, а саме: «ХСГ дез1» (40% розчин алкілдитіокарбаматів), «БЕНСТЕРІЛ» (35–45% розчин диметилдитіокарбамату натрію), «ХСГ дез 5» (діюча речовина - пероцтова кислота – $(15\pm 3)\%$, пероксид водню – $(30-35)\%$), «ХСГ дез 6» (40% р-н глутарового альдегіду), «ХСГ дез 8» (пероксид водню, $30\pm 2\%$). Компоненти вищезазначених засобів стабільні, не трансформуються, не гідролізуються в повітрі. Відповідно до класифікації, згідно діючих санітарних норм, засоби за параметрами гострої токсичності при введенні в шлунок і при нанесенні на шкіру відносяться до 3 або 4 класу мало небезпечних речовин. Для засобів не характерні сенсibiliзуючі властивості.

На основі експериментальних досліджень визначено ефективність дії зазначених засобів щодо мезофільних та термофільних мікроорганізмів – контамінантів у виробництві цукру. Зокрема, в якості тест-культур були обрані такі мікроорганізми: бактерії *Bacillus subtilis*, *E. coli*, слизоутворювальні бактерії



Leuconostoc mesenteroides, міцеліальні гриби *Aspergillus niger*, дріжджоподібні гриби *Trichosporon* та *Candida*.

Встановлено, що вказані дезінфікуючі засоби мають високий бактерицидний ефект. На основі проведених досліджень були розраховані оптимальні витрати досліджуваних засобів щодо пригнічення розвитку основних контамінантів цукрового виробництва. Розроблено технологічні інструкції, призначені для працівників цукрової галузі, в яких визначені способи, режими та умови застосування досліджуваних засобів («БЕНСТЕРІЛ», ХСГ дез 1, 5, 6, 8), вимоги техніки безпеки під час роботи із засобом, методи контролю якості засобу та його робочих розчинів, методи контролю за ефективністю дезінфекції відповідно до вимог ПУП 15.83-37-106:2007 «Правила ведення технологічного процесу виробництва цукру з цукрових буряків», затверджені Міністерством агрополітики України 14.08.2007 р.

Так, дезінфекційну обробку зазначеними засобами здійснюють відповідно до загальних вимог щодо безпеки згідно з чинними санітарними нормами та згідно вимог, що викладені у „Правилах охорони праці в цукровому виробництві”, ДНАОП 1.8.10-1.24 та «Правилах по техніці безпеки та виробничій санітарії в цукровій промисловості», 1972 р. (Доп. 1976-1988 р.р.). До роботи із засобами не допускаються особи з підвищеною чутливістю до хімічних препаратів та особи віком не молодше 18 років. Особи, що контактують із засобами, періодично проходять медичні огляди згідно з вимогами Наказу МОЗ України № 246 від 21.05.2007 «Про затвердження порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій».

Під час проведення всіх робіт з дезінфікуючими засобами персонал застосовує індивідуальні засоби захисту органів дихання, шкіри та очей що відповідають вимогам ДСТУ 7239; захисним одягом з бавовняної тканини, рукавички гумові згідно з ГОСТ 20010, фартух згідно, окуляри захисні згідно з ДСТУ EN 166, засобами індивідуального захисту органів дихання згідно з ДСТУ ГОСТ 12.4.041 або аналогічні згідно з чинною нормативною документацією. Роботи із застосуванням розчинів засобу способом зрошення (або способом протирання) потрібно проводити із використанням засобів захисту органів дихання, шкіри та очей – у захисному одязі (халат, шапочка, фартух із прогумованої тканини, гумові рукавички, гумове взуття), у захисних окулярах типу ПО-2, ПО-3 чи моноблок, у респіраторі РПГ-67 або РУ-60М з патроном марки В.

Приміщення, де проводяться роботи із застосуванням дезінфекційних засобів, повинні бути обладнані вентиляційними системами згідно з вимогами ДСТУ Б.А.3.2-12 і ДБН В.2.5-67, освітленням згідно з вимогами ДБН В.2.5-28, водою питною згідно ДСанПін 2.2.4-171, внутрішнім водопроводом і каналізацією згідно з вимогами ДБН В.2.5-64, засобами пожежогасіння згідно з Правилами пожежної безпеки України та засобами захисту від пожеж згідно з вимогами ДБН В.1.1-7, системами протипожежного захисту відповідно до ДБН В.2.5-56. Мікроклімат повинен відповідати ДСН 3.3.6.042. Під час роботи із засобом



забороняється палити, пити, вживати їжу. При проведенні робіт з дезінфекції слід уникати розбризкування та потрапляння засобу в очі і на шкіру. Після закінчення роботи обличчя і руки слід вимити водою з милом. Дезінфекцію проводять за відсутності сторонніх осіб. Після проведення робіт з дезінфектантом (розведення, обробка) потрібно провітрити приміщення.

Партії дезінфекційного засобу з простроченим терміном придатності та некондиційний засіб (внаслідок порушення умов зберігання) підлягають поверненню на підприємство виробника для переробки. Відпрацьовані робочі розчини зливають у каналізацію після розбавлення водою у співвідношенні 1:10. У випадку розливання засіб змивають великою кількістю води. Під час використання дезінфікуючих засобів необхідно дотримуватися вимог СанПіН 2.1.4.559. Ґрунт від забруднення побутовими та промисловими відходами необхідно охороняти відповідно до вимог наказу МОЗ №145. Промивні води із залишками дезінфекційного засобу підлягають скиду до каналізаційної системи. Додаткових відходів виробництва, стічних вод та викидів в атмосферу при впровадженні запропонованого способу дезінфекції не передбачається.

Таким чином, на сьогодні запропоновано для застосування у виробництві широкий перелік дезінфікуючих засобів, що відповідають більш жорстким вимогам щодо безпечності для людини та НПС, та мають достатньо високу ефективність антимікробної дії. Кваліфікований підбір дезінфектанту за умови дотримання умов його використання забезпечить як виготовлення якісної та безпечної продукції, так і відповідність санітарно-гігієнічних вимог у виробництві, що сприятиме зменшенню негативного впливу на здоров'я працівників та навколишнє середовище.

ЛІТЕРАТУРА

1. Національна доповідь «Цілі сталого розвитку: Україна». – URL: http://un.org.ua/images/SDGs_NationalReportUA_Web_1.pdf.
2. Гусятинская Н. А. Использование антисептика-флокулянта при извлечении сахарозы из свекловичной стружки / Н. А. Гусятинская, М. П. Купчик, А. А. Липец, Т. Н. Чорна, С. Н. Тетерина // Сахар.– М., 2006. – №8. – С. 36 – 39.
3. Гусятинська Н. А. До питання екологізації виробництва цукру /Н. А. Гусятинська, Т. М. Чорна, Л. М. Бондар, І. М. Касян // Збірник наукових статей «III-го Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю». Том.1.– Вінниця: ВНТУ, 2011. – С.548 – 551.
4. Гусятинская Н. А. Дезинфекция в сахарном производстве: безопасность персонала, обеспечение качества продукции /Н. А. Гусятинская, С. А. Авдиенко, Т. Н.Чорна, Е. В. Дубовец //Сахар. – М.: Сахинформ. – 2015. – №11. – С. 44 – 47.
5. Сапронов Н. М. Антисептические препараты для обработки диффузионного сока / Н. М.Сапронов, Л. М. Курасова, Г. Г. Рассолова и др.// Сахар. – 2003. – №3. – С. 42 – 43



ВЫБОР ЗАКОНА РЕГУЛИРОВАНИЯ ГРУППОЙ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ ВЫБРОСОВ ТЕПЛА В АТМОСФЕРУ

Дегтярёв О.Д.

Национальный аэрокосмический университет имени Н.Е.Жуковского «ХАИ»
(г. Харьков, Украина)

Известно, что при работе группы газотурбинных двигателей (ГТД) для одного потребителя возникает вопрос выбора оптимального закона регулирования. Это связано с требованиями потребителя к мощности от группы приводов, эффективностью их работы, минимальных затрат на эксплуатацию, оптимальной выработкой ресурса, экологической безопасностью и сокращением вредных выбросов в атмосферу при работе такого типа двигателей.

Данный тип двигателей представлен широко в авиации, газотранспортной отрасли, энергетике, морском транспорте и представлен силовыми установками на железнодорожном транспорте, а также, требующих высоких мощностей при небольшом весе, автомобильном транспорте.

Преимуществом их применения является низкая масса, относительно высокая приемистость, возможность использования жидкого, газообразного топлива различных марок без существенных переделок конструкции. Однако, основным преимуществом перед поршневыми двигателями является широкий диапазон мощностей от 800 кВт до 120 МВт и более.

Достаточно часто газотурбинные двигатели используются парами или большим количеством. Это обуславливается требованием к высокой надежности (особенно в авиации), возможностью варьирования необходимой потребителю мощности и возможностью резервирования мощностей для проведения текущего ремонта, технического обслуживания агрегатов или иных видов работ в случае невозможности прекращения подачи энергии потребителю. Это, в первую очередь, относится к энергетике и газотранспортной отрасли.

Обычно на газокompрессорных станциях в одном цеху присутствует не менее 6 двигателей, часть из которых работает, часть находится в ремонте и часть в резерве, на случай выхода из строя работающего двигателя или необходимого увеличения суммарной мощности станции.

Эксплуатация двигателей проводится в режимах оптимальных для эксплуатации газотранспортной системы, т.е. с точки зрения увеличения ресурса работающих двигателей. Известно, что больше всего ресурс расходуется на минимальных режимах работы двигателя и на максимальных или близких к ним.

Поскольку газоперекачивающие станции должны находиться в нескольких километрах от населенных пунктов, исходя из требований пожарной безопасности, являются объектами повышенной опасности в целом, они относятся к объектам государственной важности требования к охране и пропускному режиму на них очень высоки. В связи с этим, провести контроль



сторонним организациям по контролю вредных выбросов в атмосферу на данных объектах – достаточно затруднителен.

Но на этапе проектирования станции, двигателей и системы управления двигателями, испытаниями систем – этот контроль вполне осуществим.

В работе рассматривается вопрос выбора закона регулирования для двухдвигательной схемы работы газоперекачивающих агрегатов, работающих в одну сеть с требованиями различной суммарной мощности. Проведено сравнение, с точки зрения реализации заданной мощности, работы одним или двумя двигателями, работающих на различных режимах и на режимах равно близких по мощности друг к другу. Проведен анализ объемов выбрасываемого тепла в атмосферу от работы двигателей.

Для анализа выбран двигатель Д-336-1/2-6,3 спроектированный на ГП ЗМКБ «Прогресс» г. Запорожье. Данный газотурбинный двигатель предназначен для привода нагнетателя природного газа на газокompрессорных станциях.

В работе использована математическая модель, разработанная на кафедре «Теории авиационных двигателей» Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». Данная модель опробована на многочисленных реальных двигателях и зарекомендовала себя как достаточно достоверная.

В таблице 1 представлены основные параметры двигателя на максимальном (расчетном) режиме. Двигатель работает с использованием топлива метан.

Таблица 1.

Краткие сведения о двигателе Д-336-1/2-6,3

Мощность, кВт	Расход воздуха, кг/с	T на выходе, К	Расход топлива, кг/ч	КПД двигателя, %
7076	31,93	709,0	1595	31,95

Выброс тепла, при этом режиме работы двигателя, соответствует 16,08 МДж, что достаточно много. Для уменьшения выброса тепла, в стационарных газотурбинных установках (ГТУ), часто используют котлы-утилизаторы, которые используют тепло уходящих газов, но не всегда существует потребитель этого тепла в силу расположения газокompрессорных станций вдали от населенных пунктов. Иногда используют тепло для получения пара и работы его в качестве рабочего тела на теплоэлектростанциях, но постройка такого оборудования достаточно дорога, требует дополнительных финансовых затрат и зачастую не предсказуема по своей мощности из-за возможности различной загрузки компрессорной станции и достаточно далекого расположения потребителей этой энергии. Также существуют разработки и реализованные проекты для реализации утилизированного тепла в цикле STIG и A-STIG. Реализация этого цикла является достаточно перспективной, как с энергосберегающей точки зрения, так и экологической и требует меньше



финансовых затрат по сравнению с предыдущей, но пока, к сожалению, не имеет широкого применения в газотранспортной отрасли и энергетике в целом.

Поэтому рассмотрение выбора закона регулирования для многодвигательной системы является достаточно актуальной, и не мешает реализации других способов уменьшения выбросов тепла от работающих газотурбинных двигателей.

Особенностью применения многодвигательной установки на компрессорной или электростанции является отсутствие необходимости равной выдаваемой мощности двигателями при работе на одного потребителя (газоперекачивающий агрегат или электрогенератор). В авиации разная мощность на двигателях на одном летательном аппарате (ЛА) может привести к скольжению летательного аппарата и, как следствие, нарушение обтекания воздушным потоком его, нарушение аэродинамики и увеличение опасности эксплуатации летательного аппарата, не считая дополнительных затрат на компенсацию разной мощности двигателей путем применения аэродинамических систем управления самолетом. Это приведет к ухудшению характеристик системы двигатель – ЛА и дополнительному расходу топлива и, как следствие, однозначное ухудшение не только экономических, но и экологических характеристик. Поэтому в авиационной технике данный подход не применим.

В работе были получены дроссельные характеристики выбранного двигателя. Параметры необходимые для анализа представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Дроссельная характеристика ГТД

	Мощность, кВт	Расход воздуха, кг/с	Температура на выходе, К	Расход топлива, кг/ч	КПД двигателя, %	Кол-во выбрасываемого тепла, МДж
1	7076	31,93	709,0	1595	31,95	16,085
2	6601	31,19	698,1	1506	31,57	15,305
3	6127	30,44	687,6	1419	31,08	14,555
4	5663	29,66	677,2	1335	30,55	13,812
5	5212	28,87	667,0	1253	29,96	13,092
6	4758	28,06	657,4	1172	29,23	12,402
7	4323	27,22	647,8	1093	28,46	11,718
8	3889	26,32	638,8	1017	27,54	11,047
9	3469	25,33	630,5	940,3	26,57	10,380
10	3065	24,31	622,5	867,2	25,45	9,729

Примем за 1 параметр соответствующий максимальному режиму работы двигателя и зададим различные суммарные мощности двигателя.

Под относительным значением мощности понимается отношение заданной мощности к максимальной мощности одного двигателя. Под относительной величиной выбрасываемого тепла будем понимать отношение



величины выбрасываемого тепла к величине выбрасываемого тепла одним двигателем на максимальном режиме работы. Под относительным расходом топлива будем понимать отношение величины потребляемого топлива к величине потребляемого топлива одним двигателем на максимальном режиме работы.

Таблица 3.

Зависимость выбрасываемого тепла и расхода топлива от закона регулирования 2-х двигательной ГТУ

Относительная мощность	Относительная величина выбрасываемого тепла			Относительный расхода топлива		
	1-й	2-й	3-й	1-й	2-й	3-й
0,8000	1,1646	0,8573	1,1646	1,0348	0,8358	1,0348
0,8500	1,1986	0,8921	1,1986	1,0742	0,8762	1,0742
0,9000	1,2327	0,9270	1,2328	1,1135	0,9167	1,1137
0,9500	1,2668	0,9619	1,2670	1,1530	0,9573	1,1533
1,0000	1,3010	1,0000	1,3014	1,1925	1,0000	1,1930
1,0500	1,3352	–	1,3358	1,2321	–	1,2329
1,1000	1,3695	–	1,3703	1,2717	–	1,2729
1,1500	1,4038	–	1,4049	1,3115	–	1,3130
1,2000	1,4382	–	1,4396	1,3512	–	1,3532
1,2500	1,4726	–	1,4744	1,3911	–	1,3936
1,3000	1,5070	–	1,5093	1,4309	–	1,4341
1,3500	1,5415	–	1,5442	1,4709	–	1,4747
1,4000	1,5760	1,5823	1,5823	1,5109	1,5174	1,5174
1,4500	1,6106	1,6163	–	1,5510	1,5568	–
1,5000	1,6453	1,6505	–	1,5911	1,5963	–
1,5500	1,6799	1,6847	–	1,6314	1,6359	–
1,6000	1,7146	1,7191	–	1,6716	1,6756	–
1,6500	1,7494	1,7535	–	1,7120	1,7155	–
1,7000	1,7842	1,7880	–	1,7523	1,7555	–
1,7500	1,8191	1,8226	–	1,7928	1,7956	–
1,8000	1,8540	1,8573	–	1,8333	1,8358	–
1,8500	1,8889	1,8921	–	1,8739	1,8762	–
1,9000	1,9239	1,9270	–	1,9145	1,9167	–
1,9500	1,9619	1,9619	–	1,9573	1,9573	–
2,0000	2,0000	2,0000	–	2,0000	2,0000	–

Будем использовать для сравнения следующие законы:

- Первый – два двигателя работают на одинаковых режимах, выдавая суммарную необходимую мощность;
- Второй – один двигатель работает на максимальном режиме, а второй компенсирует оставшуюся мощность;



– Третий – один двигатель работает на минимальной мощности, а второй компенсирует недостаток мощности до заданной.

В таблице 3 представлены расчеты содержащие выброс тепла и количество необходимого топлива для получения заданной мощности.

Третий закон применим, когда нет возможности работать на максимальном режиме одному двигателю из-за невозможности компенсации вторым двигателем недостатка мощности ввиду слишком малого его значения.

Курсивом выделены в таблице рекомендуемые законы регулирования для двухдвигательной энергоустановки при работе для производства различной заданной суммарной мощности, исходя из минимального количества выбрасываемого тепла и минимума потребляемого топлива.

Из расчетов следует сделать вывод, что с точки зрения экологичности, при возможности, необходимо использовать один двигатель, при двухдвигательной компоновке энергоустановки. Если необходимая мощность выше максимальной мощности одного двигателя – целесообразнее производить мощность двумя двигателями из расчета 50% от заданной суммарной мощности каждым двигателем.

Данные рекомендации следует учитывать при проектировании и эксплуатации ГТД в наземных многодвигательных ГТУ.



ПЕРСПЕКТИВИ РОЗРОБКИ ХЕМОСОРБЕНТІВ РЕСПІРАТОРНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ІЗ АНТИБАКТЕРІАЛЬНИМИ І ПРОТИВІРУСНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Еннан А.А.-А., Длубовський Р.М., Абрамова Н.М.

Фізико-хімічний інститут захисту навколишнього середовища і людини МОН України та
НАН України
(м. Одеса, Україна)

Хома Р.Є., Водзінський С.В.

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова
(м. Одеса, Україна)

Фізико-хімічний інститут захисту навколишнього середовища і людини МОН і НАН України є піонером розробки імпрегнованих хемосорбентів респіраторного призначення [1-5].

У зв'язку з триваючим у світі спалахом нової коронавірусної інфекції [6], що визнана ВООЗ пандемією [7], практичний інтерес представляє надання перспективної біопротекції проти збудників інфекційних захворювань за рахунок включення біоцидних агентів в фільтруючі матеріали (ФМ) засобів індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД) [8] та виявлення антибактеріальної і противірусної активності в уже існуючих хемосорбційних матеріалах.

Раніше нами [1-3, 5] були запропоновані склади водних розчинів N-вмісних органічних основ (Am: гексаметилентетрамін (НМТА), моноетаноламін (МЕА), діетаноламін (ДЕА), триетаноламін (ТЕА) і поліетиленполіамін (РЕРА)) для отримання імпрегнованих волокнистих хемосорбентів (ІВХС) кислих або/і основних газів. Переваги зазначених ІВХС – застосування при їх виготовленні доступних і дешевих хімічних реагентів, носіїв (тканих і нетканих фільтруючих матеріалів з природних або/і синтетичних волокон) та стандартного устаткування [3-5]. Відомо, що НМТА [9], етаноламіни [10] та їх солі [11, 12] проявляють антибактеріальну активність. Ймовірно, розроблені нами ІВХС на основі НМТА і етаноламінів також будуть мати зазначені властивості.

Підвищення динамічної активності існуючих ІВХС кислих газів нами здійснено за рахунок додавання в просочувальні розчини невеликої кількості промотерів-пролонгаторів, зокрема гліцину і ЕДТА [13, 14], котрі самі володіють антибактеріальною дією [15, 17]. Це, ймовірно, буде викликати підвищення біоцидних властивостей згаданих ІВХС.

Для приготування ІВХС нами також були використані продукти комплексоутворення Am з 3d-металами [17-20] та солеутворення амінів з амінокислотами [5, 21, 22] і багатоосновними кислотами (ортофосфорною, оксиетилідендифосфоновною (OEDPhA) і лимонною (CitrAc)) [23-25]. Отримані зразки хемосорбентів володіли біфункціональними властивостями, що дозволило отримати одношарові імпортозаміщуючі ІВХС-амфоліти (ІВХС-А)



респіраторного призначення, які, в залежності від обставин, здатні поглинати кислі або основні гази (пари), наприклад оксид сірки (IV) та амоніак.

У зв'язку з даними, представленими в роботах [26-28], розроблені нами ІВХС кислих газів (на основі комплексних сполук CuSO_4 , МЕА [29] та РЕРА [30]), а також основних газів (на основі CuSO_4 [31]) є перспективними ІВХС з додатковими антибактеріальними і противірусними функціями.

Зв'язування НМТА катіонами Mn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} та Zn^{2+} [32] призводить до зростання антибактеріальної дії отриманих комплексних сполук [34], яку, ймовірно, будуть мати і хемосорбенти-амфоліти на основі комплексних сполук НМТА з NiCl_2 і CoSO_4 [17, 19].

Особливе місце займають хелатуючі агенти: EDTA, H_3PO_4 , OEDPhA і CitrAc, що володіють антимікробною дією [9, 16, 34]. Нами запропоновано застосування індивідуальних OEDPhA і CitrAc при отриманні ІВХС основних газів [2, 35], а також амонієвих солей H_3PO_4 , OEDPhA і CitrAc з МЕА і РЕРА – вище згаданих ІВХС-А [23-25].

Необхідно також згадати про ІВХС з функцією “спрацьовування” динамічної поглинальної ємності за рахунок додавання в просочуючі розчини кислотно-основних індикаторів [36, 37], що мають широкий спектр антибактеріальної дії [38].

На нашу думку, вельми перспективними для створення хемосорбентів з антибактеріальними (противірусними) властивостями є наступні сполуки.

1. Хітозан – полімерний аміновуглевод природного походження, основа середньої сили ($\text{pK}_a = 6,39 \div 6,51$ [39]), що проявляє антибактеріальну активність [40].

2. Поліетиленімін (PEI) – структурний аналог РЕРА, що володіє вираженою противірусною і антибактеріальною дією [41].

3. Амонієві четвертинні основи як хелатуючі агенти з антибактеріальними властивостями [42], що проявляються внаслідок порушення роботи бактеріальних ферментів і клітинних мембран катіонами амонію [43].

4. Амінометансульфофоскислоти – практично нетоксичні [44] потенційні хемосорбенти-амфоліти з противірусними і антибактеріальними властивостями [45, 46].

5. Барвники різної природи, в тому числі і порфірини, які при опроміненні світлом генерують активні форми кисню з локальною біоцидною дією на будь-які бактерії і віруси. Важливою особливістю цього методу, що носить назву фотодинамічної інактивації, є його спроможність протистояти виникненню резистентності мікроорганізмів до будь-яких антибіотиків, оскільки основними об'єктами фотодинамічного впливу є зовнішні мікробні структури, такі як клітинні стінка та мембрана або вірусні капсид і оболонка [47].

Підводячи підсумок, необхідно відзначити, що в даний час зберігається складна епідемічна ситуація, яка стимулює розробку вдосконалених респіраторів від інфікуючих агентів різної природи. Найбільш адекватною формою такого захисту є ЗІЗОД, ефективність яких в значній мірі залежить від природи і



властивостей фільтруючих матеріалів. Вважаємо, що нові високотехнологічні багатофункціональні ФМ дозволять досягти максимально можливої міри захисту людини як від токсичних газів і аерозолів, так і від вельми небезпечних біоаерозолей.

ЛІТЕРАТУРА

1. А. с. 310473 СССР, МКИ В 01 d 53/14, С 01 b 7/22. Способ извлечения четырёхфтористого кремния из абгазов. Эннан А.А.-А., Кац Б.М., Гудимович Т.Ф., Ермоленко И.Н., Червяков В.М., Блиндер В.Э., Михайловина С.К. № 1413300; заявл. 14.03.70; не публикуется.
2. Эннан А.А., Байденко В.И., Захаренко Ю.С., Гальбрайх Л.С., Лишевская М.О., Захаренко В.Н. Импрегнированные сорбционно-активные волокнистые материалы. Тр. 1-й Междунар. науч.-практ. конф. «Защита окружающей среды, здоровье, безопасность в свароч. производстве» (г. Одесса, 11-13 сентября 2002 г.). Одесса: Астропринт, 2002. С. 218-230.
3. Эннан А.А., Байденко В.И. Сорбционно фильтрующие волокнистые иониты для индивидуальной противогазовой защиты (Обзор). Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2004. – № 5. – С. 43-54.
4. Каталог виготовляємих засобів індивідуального захисту. Фізико-хімічний інститут захисту навколишнього середовища і людини МОН України та НАН України уклад.: А. А. Еннан, Н. М. Абрамова, Р. Є. Хома; за заг. ред. А. А. Еннана. Одеса, 2017. 52 с.
5. Еннан А.А.-А., Хома Р.Є. Імпрегновані волокнисті хемосорбенти кислих газів респіраторного призначення. Вісник ОНУ. Хімія. 2017. Т. 22, № 4. – С. 53-68. DOI: 10.18524/2304-0947.2017.4(64).115924.
6. Huang C., Wang Y., Li X., Ren L., Zhao J., Hu Y., Zhang L., Fan G., Xu J., Gu X., Cheng Z., Yu T., Xia J., Wei Y., Wu W., Xie X., Yin W., Li H., Liu M., Xiao Y., Gao H., Guo L., Xie J., Wang G., Jiang R., Gao Z., Jin Q., Wang J., Cao B. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan. *Lancet*. 2020. Vol. 395, N 10223. P. 497-506. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30183-5.
7. Chan J.F., Yuan S., Kok K.H., To K.K., Chu H., Yang J., Xing F., Liu J., Yip C.C.-Y., Poon R.W.-S., Tsoi H.-W., Lo S.K.-F., Chan K.-H., Poon V.K.-M., Chan W.-M., Ip J.D., Cai J.-P., Cheng V.C.-C., Chen H., Hui C.K.-M., Yuen K.-Y. A familial cluster of pneumonia associated with the 2019 novel coronavirus indicating person-to-person transmission: a study of a family cluster. *Lancet*. 2020. Vol. 395, N 10223. P. 514–523. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30154-9.
8. Si Y., Zhang Z., Wu W., Fu Q., Huang K., Nitin N., Ding B., Sun G. Daylight-driven rechargeable antibacterial and antiviral nanofibrous membranes for bioprotective applications. *Science Advances*. 2018. Vol. 4, N 3. AN eaar5931. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aar5931>.
9. Анурова М.Н., Бахрушина Е.О., Демина Н.Б., Пантелеева Е.С. Обзор современных стабилизаторов микробиологической устойчивости. *Хим.-фарм. журн.* 2019. Т. 53, № 6. С. 79-86.



10. Bakalova S., Mincheva V., Doycheva A., Groudeva V., Dimkov R. Microbial Toxicity of Ethanolamines. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*. 2008. Vol. 22, N 2. P. 716–720. DOI: 10.1080/13102818.2008.10817540.

11. Ismail Hossain M., El-Harbawi M., Noaman Y.A., Bustam M.A.B., Alitheen N.B.M., Affandi N.A., Hefter G., Yin C.-Y. Synthesis and anti-microbial activity of hydroxylammonium ionic liquids. *Chemosphere*. 2011. Vol. 84, N 1. P. 101–104. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2011.02.048.

12. Petrović Z.D., Čomić L., Stefanović O., Simijonović D., Petrović V.P. Antimicrobial activity of the ionic liquids triethanolamine acetate and diethanolamine chloride, and their corresponding Pd(II) complexes. *J. Mol. Liq.* 2012. Vol. 170. P. 61–65. DOI: 10.1016/j.molliq.2012.03.009.

13. Патент України на корисну модель UA113021, МПК В01D 39/00. Склад для просочування фільтруючого матеріалу. Еннан А.А., Хома Р.Є., Длубовський Р.М., Абрамова Н.М. № u201606322; заявл. 10.06.16, опубл. 10.01.17, Бюл. № 1.

14. Патент України на корисну модель UA121424, МПК В01D 39/00, D06M 13/00, C07C 229/16. Склад для просочування фільтруючого матеріалу. Еннан А.А.-А., Хома Р.Є., Захаренко Ю.С., Абрамова Н.М. № u201704528; заявл. 10.05.17, опубл. 11.12.17, Бюл. № 23.

15. Minami M., Ando T., Hashikawa S.-n., Torii K., Hasegawa T., Israel D.A., Ina K., Kusugami K., Goto H., Ohta M. Effect of Glycine on *Helicobacter pylori* In Vitro. *Antimicrob. Agents Chemother.* 2004. Vol. 48, N 10. P. 3782–3788. DOI: 10.1128/AAC.48.10.3782-3788.2004.

16. Finnegan S., Percival S.L. EDTA: An Antimicrobial and Antibiofilm Agent for Use in Wound Care. *Adv. Wound Care*. 2015. Vol. 4, N 7. P. 415–421. DOI: 10.1089/wound.2014.0577.

17. Патент України на корисну модель UA 107184, МПК В01D 39/00 Склад для просочування фільтруючого волокнистого матеріалу. Еннан А.А.-А., Хома Р.Є., Абрамова Н.М., Длубовський Р.М., Гусельникова Н.О. № u201511537; заявл. 23.11.2015; опубл. 25.05.2016, Бюл. № 10.

18. Хома Р.Є., Эннан А.А., Длубовский Р.М., Абрамова Н.Н. Волокнистый хемосорбент оксида серы (IV) и аммиака на основе комплексных соединений хлорида никеля(II) с моноэтаноламином. *Вісник ОНУ. Хімія*. 2016. Т. 21, № 1. С. 92-101. DOI: 10.18524/2304-0947.2016.1(57).67515.

19. Еннан А.А.-А., Хома Р.Є., Длубовський Р.М., Абрамова Н.М., Манжос А.А. Хемосорбенти-амфоліти на основі комплексних сполук Зd-металів із N-вмісними органічними основами. VI Міжн. науково-практ. конф. “Безпека життєдіяльності на транспорті та виробництві – освіта, наука, практика”. Херсон. 11-14 вересня 2019. С. 129-132.

20. Патент України на корисну модель UA 139792 МПК В01D 39/00, D06M 13/00 Просочуючий склад для одержання хемосорбенту-амфоліту. Еннан А.А., Хома Р.Є., Длубовський Р.М., Абрамова Н.М., Захаренко Ю.С. u201905991; заявл. 30.05.2019; опубл. 27.01.2020. Бюл. № 2.

21. Патент України на корисну модель UA113021, МПК В01D 39/00. Склад для просочування фільтруючого матеріалу. Еннан А.А., Хома Р.Є., Длубовський Р.М., Абрамова Н.М. № u201606322; заявл. 10.06.16, опубл. 10.01.17, Бюл. № 1.



22. Патент України на корисну модель UA115533, МПК B01D39/00. Склад для просочування фільтруючого матеріалу. Еннан А.А., Хома Р.Є., Галак А.В., Длубовський Р.М., Абрамова Н.М. № u201608800; заявл. 15.08.16, опубл. 25.04.17, Бюл. № 8.

23. Патент України на корисну модель UA115534, МПК B01D 39/00. Просочуючий склад для одержання хемосорбенту-амфоліту. Еннан А.А., Хома Р.Є., Галак А.В., Захаренко Ю.С., Абрамова Н.М. № u201608804; заявл. 15.08.16, опубл. 25.04.17, Бюл. № 8.

24. Патент України на корисну модель UA 124684, МПК B01D 39/00. Просочуючий склад для одержання хемосорбенту-амфоліту. Еннан А.А., Хома Р.Є., Захаренко Ю.С., Абрамова Н.М. № u201707156. Заявл. 07.07.2017. Опубл. 25.04.2018, Бюл. № 8.

25. Патент України на корисну модель UA129785, МПК B01D 39/00. Склад для просочування фільтруючого матеріалу. Еннан А.А., Хома Р.Є., Захаренко Ю.С., Абрамова Н.М., Грідяєв В.В. № u201805458; заявл. 16.05.2018; опубл. 12.11.2018, Бюл. № 21.

26. Thurman R.B., Gerba C.P., Bitton G. The molecular mechanisms of copper and silver ion disinfection of bacteria and viruses. *Crit. Rev. Env. Control.* 1989. Vol. 18, N 4. P. 295-315.

27. Vincent M., Hartemann P., Engels-Deutsch M. Antimicrobial applications of copper. *Int. J. Hygiene Env. Health.* 2016. Vol. 219, N 7. P. 585–591. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijheh.2016.06.003>.

28. Gordon N.A., McGuire K.L., Wallentine S.K., Mohl G.A., Lynch J.D., Harrison R.G., Busath D.D. Divalent copper complexes as influenza A M2. *Antiviral Res.* 2017. Vol. 147. P. 100-106. DOI: 10.1016/j.antiviral.2017.10.009.

29. Патент України на корисну модель UA 113022, МПК C09K 21/10, B01D 39/00, D06M 11/00. Склад для просочування фільтруючого матеріалу. Еннан А.А.-А., Хома Р.Є., Длубовський Р.М., Абрамова Н.М., u201606322; заявл. 10.06.2016, опубл. 10.01.2017, Бюл. № 1.

30. Эннан А.А.-А., Хома Р.Е., Длубовский Р.М., Грідяєв В.В. Волокнистый хемосорбент оксида серы (IV) на основе комплексных соединений сульфата меди (II) с полиэтиленполиамином. *Вісник ОНУ. Хімія.* 2018. Т. 23, № 2. С. 95-105. [http://dx.doi.org/10.18524/2304-0947.2018.2\(66\).132053](http://dx.doi.org/10.18524/2304-0947.2018.2(66).132053).

31. Патент України на корисну модель UA121423, МПК B01D 39/00, C09K 21/00, D06M 11/00, D06M 13/00. Склад для просочування фільтруючого матеріалу. Еннан А.А.-А., Хома Р.Є., Длубовський Р.М., Абрамова Н.М. № u201704527; заявл. 10.05.17, опубл. 11.12.17, Бюл. № 23.

32. Agwara M.O., Yufanyi M.D., Foba-Tendo J.N., Atamba M.A., Derek Tanto Ndinteh Synthesis, characterisation and biological activities of Mn(II), Co(II) and Ni(II) complexes of hexamethylenetetramine. *J. Chem. Pharm. Res.* 2011. Vol. 3, N 3. P. 196-204.

33. Арзыбаєв М., Иманалиєв М.И., Алтыбаєва Д.Т., Токтомаєв Т.А. Токсические свойства и антибактериальная активность соединений гексаметилентетрамина. *Ветеринарная патология.* 2003. № 3. С. 85-87.

34. Куликов С.Н., Тюрин Ю.А., Фассахов Р.С., Варламов В.П. Антибактериальная и противогрибная активности хитозана: механизмы действия и роль структуры. *Журн. микробиологии, эпидемиол. и иммунобиол.* 2009. № 5. С. 91-97.



35. Патент України на корисну модель UA127588, МПК B01D 309/00. Склад для просочування фільтруючого матеріалу. Еннан А. А.-А., Хома Р.Є., Захаренко Ю.С., Абрамова Н.М. № u201802705; заявл. 16.03.18, опубл. 10.08.18, Бюл. № 15.

36. Патент України на винахід UA 112848, МПК B01D 39/00 Склад для просочування фільтруючого матеріалу. Еннан А.А.-А., Хома Р.Є., Длубовський Р.М., Абрамова Н.М., Березовська Т.І. № a201305812; заявл. 07.05.2013; опубл. 10.11.2016, Бюл. № 21.

37. Патент України на винахід UA 116964, МПК D 06M 13/00 Просочуючий склад для одержання хемосорбенту-амфоліту. Еннан А.А., Хома Р.Є., Длубовський Р.М., Абрамова Н.М. № a201707157; заявл. 07.07.2017, опубл. 25.05.2018, Бюл. №10.

38. Кузнецов Д.Н., Кобраков К.И., Ручкина А.Г., Станкевич Г.С. Биологически активные синтетические органические красители. Изв. ВУЗов. Химия и хим. технол. 2017. Т. 60, № 1. С. 4-33. DOI: 10.6060/tect.2017601.5423.

39. Wang Q.Z., Chen X.G., Liu N., Wang S.X., Liu C.S., Meng X.H., Liu C.G. Protonation constants of chitosan with different molecular weight and degree of deacetylation. Carbohydr Polym. 2006. Vol. 65, N 2. P. 194–201. 10.1016/j.carbpol.2006.01.001.

40. Куликов С.Н., Тюрин Ю.А., Фассахов Р.С., Варламов В.П. Антибактериальная и противогрибная активности хитозана: механизмы действия и роль структуры. Журн. микробиол., эпидемиол. иммунол. 2009. № 5. С. 91-97.

41. Haldar J., Weight A.K., Klibanov A.M. Preparation, application and testing of permanent antibacterial and antiviral coatings. Nat. Protocols. 2007. Vol. 2, N 10. P. 2412–2417. DOI: 10.1038/nprot.2007.353.

42. Rajkowska K., Koziróg A., Otlewska A., Piotrowska M., Nowicka-Krawczyk P., Brycki B., Kunicka-Styczyńska A., Gutarowska B. Quaternary ammonium biocides as antimicrobial agents protecting historical wood and brick. Acta Biochim. Polonica. 2015. Vol. 63, N 1. P. 153–159. DOI: 10.18388/abp.2015_1134.

a. 43. Jiao Y., Niu L., Ma S., Li J., Tay F.R., Chen J. Quaternary ammonium-based biomedical materials: State-of-the-art, toxicological aspects and antimicrobial resistance. Progress Polym. Sci. 2017. Vol. 71. P. 53–90. DOI: 10.1016/j.progpolymsci.2017.03.001.

43. Khoma R.E., Baumer V.N., Ennan A.A., Antonenko P.B., Godovan V.V., Dlubovskiy R.M. Synthesis, crystal structure, and spectral characteristics of N-(n-propyl)aminomethanesulfonic acid. Acute toxicity of aminomethanesulfonic acid and its N-alkylated derivatives. Питання хімії та хімічн. технол. 2019. № 6. С. 255-262.

44. Гридіна Т.Л., Хома Р.Є., Еннан А.А.-А., Федчук А.С., Грузевський О.А. Дослідження протимікробної активності амінометансульфокислот щодо штамів *Staphylococcus aureus* із різним рівнем чутливості до антибіотиків. Запорозький мед. журн. 2019. Т. 21, № 2. С. 234-239.

45. Хома Р.Є., Еннан А.А., Гридіна Т.Л., Федчук А.С., Лозицкий В.П. Синтез, антиоксидантная и противогриппозная активность аминметансульфокислот. Хим.-фарм. журн. 2019. Т. 53, № 5. С. 65-68.

46. Almeida A., Cunha A., Faustino M.A.F., Tomé A.C., Neves M.G.P.M.S. Porphyrins as antimicrobial photosensitizing agents. In Photodynamic Inactivation of Microbial Pathogens: Medical and Environmental Applications. Hamblin M.R., Jori G., Eds.; Royal Society of Chemistry: Cambridge, UK, 2011. P. 83–160.



ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОМЁТНЫХ ДВИЖИТЕЛЕЙ НА КОРАБЛЯХ ВМФ И ТОРГОВОГО ФЛОТА

Ермошкин Н.Г., Шаров Р.А., Бабенчук Н.С.

Институт Военно-Морских Сил Национального университета «Одесская морская академия»
(г. Одесса, Украина)

Историческое развитие. Водомётный движитель впервые был предложен в 1661 г. в Англии, а на флоте практическое применение получил в середине XIX в.

Для движения корабля необходим источник механической энергии – двигатель.

Самоходное судно, кроме двигателя, должно иметь движитель, т. е. устройство, которое создаёт и непрерывно поддерживает движущую силу P_e . Степень эффективности движителя, создающего за счёт затраченной на его работу мощности полезную мощность, измеряется величиной пропульсивного коэффициента η

$$\eta = \frac{P_{ev}}{75N_p} = \frac{ENP}{N_p}$$

Все существующие движители, применяемые в практике, являются гидравлическими.



Рисунок 1. Головная английская многоцелевая АПЛ «Трафальгар»

Водомётные движители получили широкое применение, не только на судах торгового флота, но и кораблях военно-морского флота. Так как водомётные движители, как правило применяются на судах и кораблях ВМФ, эксплуатирующихся в условиях мелководья, в речных затонах, загрязнённой акватории, в обстановке битого льда, а также обладающие малой шумностью. В последние годы они всё чаще устанавливаются на кораблях ВМФ разных стран, что объясняется возможностью получить высокие пропульсивные качества корабля, а также наличием ряда конструктивных и эксплуатационных



преимуществ малой шумностью, и удобные для десантных малых кораблей для работы в речных условиях, в камышах, такие особенности нашли широкое применение на кораблях ВМФ.

Так в Англии, в 1983 г. на верфи компании “Виккерс Шинбилдерс” (“ВШ”) в Барроу-ин-Фернес была построена и введена в строй первая многоцелевая АПЛ нового типа “Трафальгар” стоимостью 180 млн. ф. ст., всего заказ был получен на пять АПЛ. АПЛ типа “Трафальгар” были спроектированы с учётом того, чтобы добиться значительного снижения шумности по сравнению с предыдущим построенным проектом лодок типа “Свитшуэ”, которые при одинаковом водоизмещении были на 2,5 м короче типа “Трафальгар”. Прочный корпус, рубка и все наружные поверхности АПЛ “Трафальгар” были покрыты звукопоглощающими плитами. В составе пропульсивной установки был установлен реактор PWR-2. В качестве движителя, вместо семиллопастных ВРШ на АПЛ типа “Свитшуэ”, установили водомётный движитель. Установка водомётного движителя немного уменьшила скорость полного хода, но обеспечила возможность значительно снизить подводную шумность новой АПЛ.

KAMEWAGroup

Корабли ВМФ Швеции

Мировое кораблестроение для ВМФ и быстроходных грузо-пассажирских паромов очень часто выполняет заказы на установку водомётных движителей на свои корабли и суда во время их постройки. Одной из передовых фирм в области проектирования и изготовления является всемирно известная фирма КАМЕВА в Швеции. Фирма КАМЕВА изготавливает и устанавливает как на быстроходные паромы торгового флота так и на корабли ВМФ. Так, к примеру, фирма КАМЕВА установила на корветы ВМФ Швеции свои водомётные установки.

Все типы корпусов кораблей на которых используются такие движители для решения специальных задач: однокорпусные, катамараны, глиссирующие, катамаранные (двухкорпусные) корабли, суда и корабли на подводных крыльях а также подводные лодки.

Водоструйные системы дают нам значительные преимущества в управлении средне- и высокоскоростных классов судов и кораблей в самых разных условиях эксплуатации. Фрегаты, корветы, патрульные и ракетные катера и т. д. Корабли выигрывают в превосходной маневренности, уменьшенном тактическом диаметре т.е. циркуляции и быстрым ускорением/замедлением – не говоря уже о низком гидроакустическом уровне шума и уровне вибрации. Высокоэффективные водяные струи являются идеальным решением для их применений на кораблях и подводных лодках ВМФ.

Основными элементами водомётного движителя является канал (водомётная труба), который проходит внутри судна, и насос, всасывающий воду через отверстие водозаборного устройства в днище судна и вырабатывающий её с повышенной скоростью через сопло. Тяга создаётся за счёт реакции потока



воды, в соответствии с третьим законом Ньютона, которая выбрасывается двигателем в противоположную сторону движения корабля.

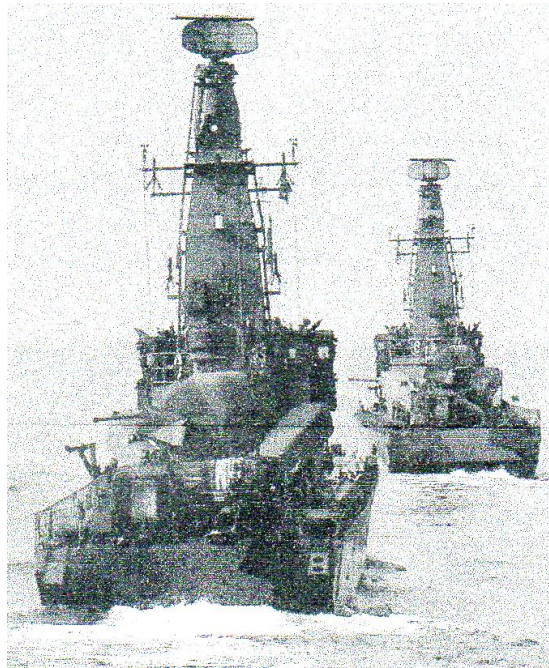


Рисунок 2. Шведские прибрежной охраны корветы класса Гётеборг, оснащаются водомётами фирмы Kamewa

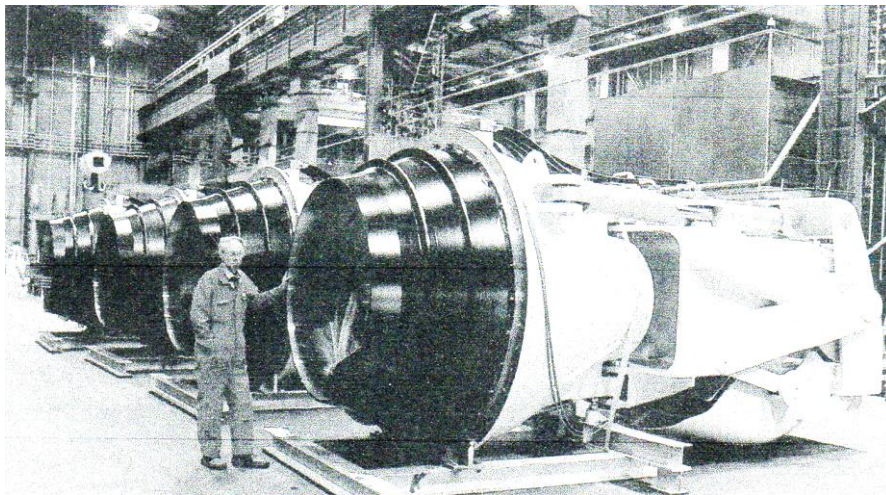


Рисунок 3. Водомётные двигатели фирмы Kamewa

Рабочим органом водомётного двигателя являются центробежные или осевые насосы, создаваемое ускорение потока осуществляется на участке с плавно уменьшающимся соплом. Выброс воды может осуществляться, как в воду, так и в воздух. Наиболее распространённые конструктивные схемы водомётных двигателей показаны на рис. 4.

Для осуществления реверса водомётного двигателя достаточно произвести изменения положения балансирного руля, применение которого даёт возможность управлять кораблём и давая возможность кораблю двигаться задним ходом за счёт изменения направления потока воды рис 2., (положение руля на задний ход корабля показан штриховой линией). Широкое применение



получили на СПК и на кораблях ВМФ. Современный водомётный движитель показан на рис 6.

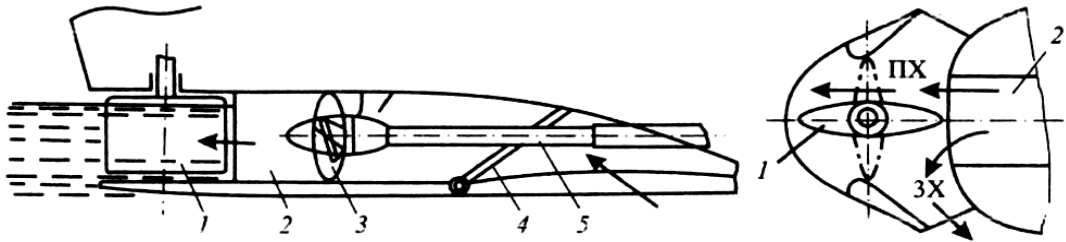


Рисунок 4. Схема водомётного движителя с подводным выбросом воды: 1- руль; 2- водомётная труба; 3- осевой насос; 4- защитная решетка; 5- гребной вал

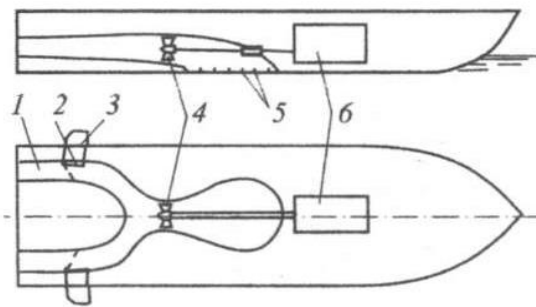


Рисунок 5. Схема водомётного движителя с выбросом воды в воздух 1- кормовые сопла; 2- заслонки; 3- бортовые патрубки; 4- осевой насос; 5- защитные решетки; 6- главный двигатель

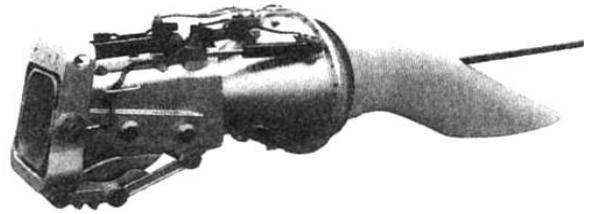


Рисунок 6. Современный водомётный движитель

Особое внимание обратили проектировщики СПК на применение водомётных движителей на пассажирских судах и военных кораблях на подводных крыльях.

За последнее время в зарубежной периодической печати большое внимание уделяется проблеме совершенствования водомётных движителей судов на подводных крыльях (СПК). Это обусловлено, прежде всего, тем, что при применении на СПК гребных винтов неизбежно возникает их кавитация со всеми нежелательными последствиями. При использовании наклонного гребного вала винт работает в сильно скошенном потоке (наклон валов на СПК достигает $10\text{--}12^\circ$), и кавитация может приводить к интенсивной эрозии лопастей и снижению эксплуатационной надежности движителя.

Применение угловой передачи мощности (колонки) исключает упомянутый скос. Однако в этом случае возникает значительная осевая неравномерность потока, создаваемая стойкой колонки, которая также может привести к эрозии. Кроме того, угловая колонка представляет собой достаточно сложный механизм с большим количеством деталей, что повышает стоимость и снижает эксплуатационную надежность такой движительной установки.



Работа гребных винтов, установленных как на наклонных валах, так и на колонках, сопровождается интенсивным кавитационным шумом. Наконец, применение на СПК движительных установок этих двух типов практически исключает либо сильно затрудняет возможность выполнения подъемным кормового движительно-крыльевого комплекса. Все это привело к развертыванию работ в области водометных движителей.

Конструктивно каналы водометного движителя можно спроектировать так, чтобы подтормозить поток и вследствие этого избежать кавитации лопастей его рабочего органа на крыльевых режимах движения судна. Отсутствие кавитации исключает эрозионные разрушения на лопастях, уменьшает уровень звукового излучения при движении СПК. Кормовой комплекс, включающий подводные крылья и стойки-водоводы, при применении водометов относительно несложно сделать подъемным.

Судно, оборудованное водометами, будет проще в эксплуатации по сравнению с вариантом оборудования его гребными винтами на угловой колонке.

Недостатком водометных движителей является их сравнительно невысокий КПД при умеренных скоростях. Однако с ростом скорости СПК КПД водомета также возрастает и при скоростях 55—60 уз становится близким или равным КПД гребного винта, работающего на таких скоростях в глубокой стадии кавитации.

Рабочие органы водометных движителей представляют собой осевые и центробежные насосы, которые должны удовлетворять двум требованиям. С одной стороны, они должны быть наиболее эффективными на режиме движения судна на крыльях, с другой – насосы должны работать без кавитации в пределах всего диапазона скоростей. В крайнем случае, кавитация допустима в течение коротких промежутков времени, соответствующих режиму выхода на крылья, при этом размеры каверн и характер кавитации могут быть такими, когда не происходит заметного ухудшения гидродинамических характеристик насоса.

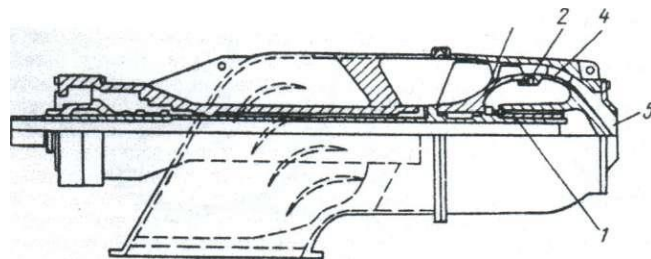


Рисунок 7. Конструктивная схема водометного движителя с осевым насосом СПК «Джетфойл»: 1 – гребной вал; 2 – лабиринтное уплотнение; 3 – рабочее колесо; 4 – спрямляющий аппарат; 5 – выходное сопло

При проектировании насосов для водометов СПК, особенно высокоскоростных, на первом месте стоит требование обеспечения малой массы, а основным параметром, определяющим размеры и массу насоса при известных величинах напора и расхода, обеспечивающих требуемую тягу на всех режимах, является допустимая частота вращения рабочего колеса. Даже незначительное



увеличение частоты вращения позволяет снизить массу редуктора и движительной установки в целом. Верхний предел частоты вращения определяется кавитационной характеристикой насоса и не может быть увеличен произвольно, так как это связано с ухудшением гидродинамических характеристик лопастной системы рабочего органа.

Часто при выборе типа насоса водометного движителя СПК решающими являются конструктивные и технологические соображения. Конструктивной особенностью центробежных насосов, разрабатываемых и применяемых в водометах СПК зарубежной постройки, является объединение требуемой комбинации параллельно работающих насосов, каждый из которых представляет ступень, состоящую из рабочего колеса и спирального отвода, в единый насосный агрегат с общим корпусом и валом. При этом улучшение кавитационных характеристик насоса достигается применением лопаток рабочих колес, имеющих поверхность двоякой кривизны. Каждое рабочее колесо выполнено с двусторонним всасыванием, что обеспечивает гидравлическую разгрузку ротора насоса от силы осевого давления, которая в противном случае воспринималась бы упорным подшипником. Основные характеристики такого насосного агрегата кораблей на подводных крыльях “Тукумкари” и “Свордфиш” следующие: напор – 170 м вод. ст., расход 1,7 м³/с, максимальная мощность 4300 и 4900 л. е., диаметр рабочего колеса – 0,7 м, сухой вес ~1 т.

На рис. 8 схематично изображен водометный движитель американского пассажирского СПК «Джетфойл» (170 м вод. ст., 1,4 м³/с, 3700 л. е., 0,45 м, 1,5 т). Характерной конструктивной особенностью одноступенчатого осевого насоса, примененного в движителе судна, является установка на его рабочем колесе двух рядов лопаток, расположенных на ступице переменного диаметра. Такое устройство позволило сократить число ступеней насоса до одной и уменьшить силу осевого давления на упорный подшипник, так как напор, создаваемый рабочим колесом, получен, в основном, за счет приращения кинетической энергии. В принципе лопатки второго по потоку ряда могут быть

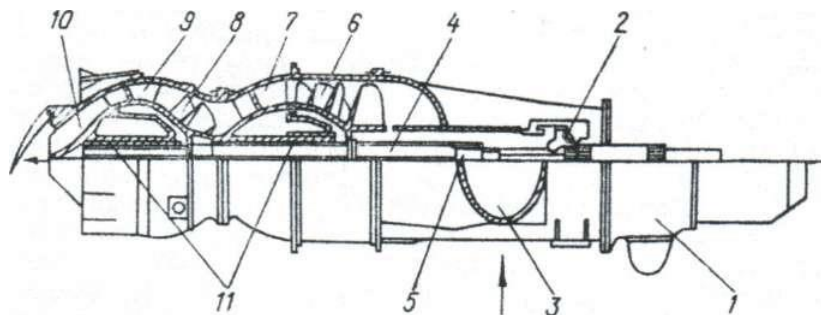


Рисунок 8. Насосная установка основного водометного движителя корабля класса РНМ (США). 1 – редуктор; 2 – упорный подшипник; 3 – входное отверстие; 4 – вал первой ступени; 5 – вал второй ступени; 6 – рабочее колесо первой ступени; 7 – спрямляющий аппарат первой ступени; 8 – рабочее колесо второй ступени; 9 – спрямляющий аппарат второй ступени; 10 – выходное сопло; 11 – подшипники скольжения

установлены там же, где и лопатки первого ряда. В этом случае рабочее колесо представляло бы собой шнековое колесо с решеткой профилей большой густоты,



особенно на малых диаметрах ступицы. Такие колеса характеризуются низким КПД и относительно высокими кавитационными характеристиками. Однако при проектировании предпочтение было отдано варианту с двухрядным (по потоку) расположением лопаток, для того чтобы снизить профильные потери и тем самым повысить КПД рабочего органа водомета.

Критическое число кавитации таких насосов в месте расположения рабочего колеса составляет $\sim 4,8$ и характерно для рабочих колес насосов со средними кавитационными качествами. На кораблях класса РНМ (США) в водометных установках применяют специальный двухступенчатый осевой насос (173 м вод. ст., $6,05 \text{ м}^3/\text{с}$, 16 200 л. е., 1,25 м). Особенностью этого насоса (рис. 3) является передача мощности от редуктора к двигателю через два вала (вал в валу), каждый из которых приводит во вращение (с различной частотой, но одного направления) рабочие колеса одной ступени. Первая ступень слабонагруженная и представляет собой шнековое колесо, обеспечивающее подпор для высоконагруженной второй ступени. Анализируя опубликованные данные, можно заключить, что потребляемая первой ступенью мощность составляет 9 – 10% от общей, а КПД ступени – около 70 %. Конструктивные и гидродинамические характеристики второй ступени такие же, как и насоса водомета СПК.

По приближенным оценкам пропульсивный коэффициент рассмотренных выше СПК не превышает 0,27 – 0,3 на режиме разгона и 0,45 – 0,48 при движении на крыльях. Низкое значение пропульсивного коэффициента при разгоне судна и сравнительно невысокое – при движении на крыльях обусловлено малым гидравлическим сечением двигателя (для достижения высокого напора применено большое конструктивное поджатие выходного сопла водомета). В этом случае преодоление «горба сопротивления» возможно лишь при сравнительно высокой энерговооруженности этих судов (более 70 л. с./т) и глубокопогруженных автоматически управляемых крыльях по схеме «утка», гидродинамическое качество которых на режиме преодоления горба сопротивления на 10—15% выше, чем у крыльевой системы с пересекающимися стартовыми элементами.

Проблема проектирования водометных двигателей, обеспечивающих оптимальные тяговые характеристики, как на режиме выхода, так и при движении СПК на крыльях, до сих пор является нерешенной. Трудность состоит в том, что для повышения КПД водометного двигателя необходимо снижать относительную скорость выброса потока из водомета с соответствующим увеличением расхода воды (увеличением гидравлического сечения двигателя) при требуемой величине тяги. Однако увеличение расхода влечет за собой возрастание массогабаритной характеристики водомета, что в свою очередь приведет к увеличению внешнего сопротивления водозаборной части двигателя, а также к снижению полезного водоизмещения СПК.

Можно привести такой пример из опыта постройки и эксплуатации судов СПК фирмы “Боинг Марин Системс”



В США фирма “Боинг Марин Системс” продолжает серийную постройку морских пассажирских судов на подводных крыльях типа “Джетфойл 929”, которые уже эксплуатируются на Гавайских островах,

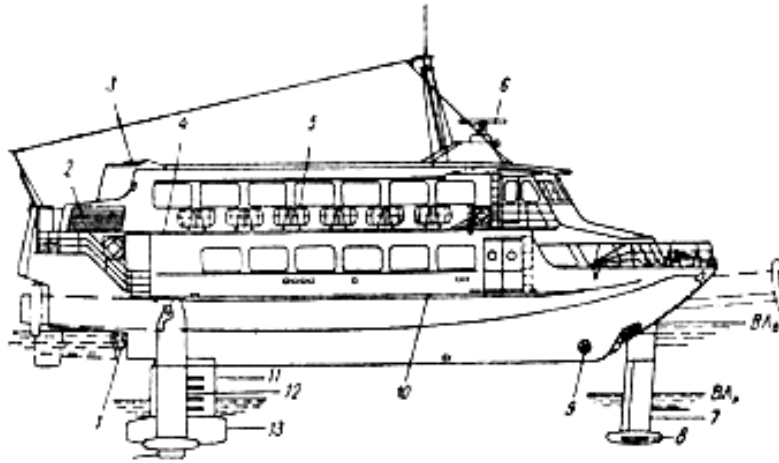


Рисунок 9. Продольный разрез СПК типа «Джетфойл 929». ВЛв — ватерлиния в водоизмещающем положении; ВЛк — то же при ходе на крыльях. 1 — реверсивно-рулевое устройство водометов; 2 — воздухозаборник ГТД; 3 — выхлопная труба ГТД; 4 — верхняя палуба; 5 — спасательный плот; в — антенна РЛС; 7 — стойка носового крыла; 8 — носовое крыло; 9 — носовое ПУ; 10 — главная палуба; 11 — центральная кормовая стойка; 12 — бортовая кормовая стойка; 13 — водозаборник водометов

в Юго-Восточной Азии, Венесуэле и Японии. Они выпускаются в двух модификациях — паромной и туристской.

Главные размерения и характеристики судна

Длина наибольшая, м	28,0
Ширина на уровне палубы, м	9,5
Осадка, м:	
при ходе на крыльях	1,0
на стоянке с поднятыми крыльями	2,5
Водоизмещение в полном грузу, т	108
Пассажировместимость, чел.:	
паромный вариант	246
туристский вариант	192
Мощность энергетической установки, л.с.	2×3780
Скорость при ходе на крыльях на спокойной воде, уз.	50
Экипаж (без учёта двух стюардов), чел.	2
Автономность, ч.	4

“Джетфойл 929” является газотурбинным судном с водометными движителями, глубокопогруженными автоматически управляемыми крыльями, установленными по схеме “утка”, и двухъярусной надстройкой.



Корпус и надстройка цельносварной конструкции выполнены из алюминиевого сплава. Носовое крыло имеет \perp образную форму используется также в качестве руля. Кормовое крыло \perp образное со средней стойкой, в которой размещен водовод для водометных движителей. Крылья не выступают за габариты корпуса, и уборка производится в продольном направлении. Подъемная сила крыльев регулируется с помощью разрезных закрылков. Крылья и стойки цельносварной конструкции изготовлены из нержавеющей стали.

ЭУ – две газовые турбины “Аллисон 501-К20А” (расположенные побортно в двух отдельных кормовых отсеках), приводящие через редукторы с передаточным отношением 1 :6,37 два водометных движителя “Пауэрджет 20” фирмы “Рокуэл Интернэшнл”. Движители развивают упор по 785 тс и оборудованы реверсивно-рулевыми устройствами. Предусмотрено носовое подруливающее устройство.

Водозаборники и водоводы. На всех СПК с водометами зарубежной постройки применены водозаборники полнонапорного типа, т. е. такие, у которых плоскость входного отверстия нормальна скорости набегающего потока. Водозаборник и водовод располагают в полый стойке крыла, которое крепится к нижней ее части, выполненной в виде гондолы. При проектировании относительная толщина стойки назначается исходя из минимально возможной смоченной поверхности и в зависимости от полной расчетной скорости движения, и поэтому водовод, располагаемый в стойке, имеет форму сечения, близкую к сильно вытянутому прямоугольнику. Входное отверстие водозаборника и гондолу также делают прямоугольного сечения, так как в этом случае при конструировании технологически легче осуществить поворот колена при сохранении формы водовода перед поворотным коленом и за ним, хотя известно, что входное отверстие и гондола кругового сечения приведут к меньшей смоченной поверхности при том же гидравлическом сечении. Для уменьшения гидравлических потерь при повороте потока колено снабжается направляющими лопатками.

Характерной особенностью водоводов, обусловленной расположением, типом насосного агрегата и необходимостью подъема кормовых крыльев, является наличие в них трех поворотов потока, причем в различных плоскостях. На прямом участке стойки-водовода, от конца первого колена до начала второго, канал выполнен диффузорным с целью торможения потока до скорости, близкой к скорости набегающего потока на рабочие колеса. В районе разъема водовода (для осуществления подъема стойки-водовода к корпусу судна) осуществляется второй поворот потока ($<90^\circ$)—в плоскости, перпендикулярной к диаметральной. За вторым поворотом устанавливается раздвоенный трубопровод. С помощью фланцевых соединений рукава последнего подсоединяются к входным патрубкам насосного агрегата, в котором происходит третий поворот потока, необходимый для осевого подвода воды к рабочим колесам. По такой схеме сделаны водоводы упоминавшихся кораблей «Тукумкари» и «Свордфиш» насосные агрегаты водометных движителей,



которых имеют два центробежных рабочих колеса с двусторонним всасыванием, причем с правого борта вода поступает к лопаточным венцам насоса, обращенным в сторону носа, а с левого — обращенным в сторону кормы.

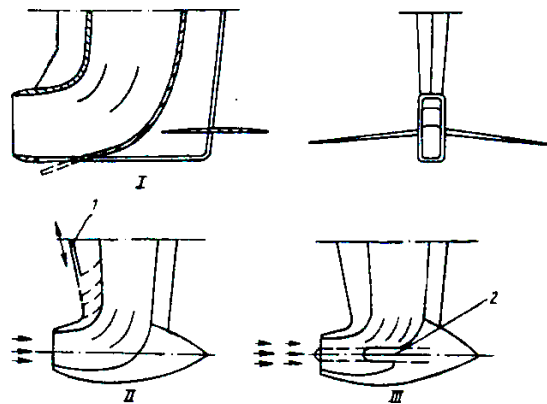


Рисунок 10. Схема водозаборников полнонапорного типа, при меняемых на СПК с глубокопогруженными крыльями. I - с подвижной нижней стенкой гондолы водозаборника; II — водовод с дополнительным приемным входным отверстием; III — водозаборник с выдвигаемым центральным телом. 1 — заслонка; 2 — центральное тело

При проектировании СПК с водометными движителями особые трудности возникают при гидродинамическом расчете и конструировании водозаборников. Водозаборники должны проектироваться так, чтобы они позволяли обеспечить расход воды, достаточный для уверенного выхода СПК на крылья в условиях определенного волнения и получения требуемой скорости в крыльевом режиме движения. При этом расходы воды через движитель на обоих расчетных режимах близки, а скорости судна отличаются почти в два раза.

В этих условиях эксплуатации водозаборник, с одной стороны, должен иметь минимальные гидравлические потери на режиме выхода на крылья (с целью достижения на этом режиме максимальной тяги движителя), а с другой — минимальное внешнее сопротивление при движении на крыльях, которое возможно только при отсутствии кавитации внешней поверхности водозаборника и при его минимальных размерах. Оба эти требования могут быть удовлетворены, если обеспечивается постоянное отношение скорости входа потока в водозаборник к скорости СПК на всех режимах движения. Три варианта конструктивного решения такой задачи представлены на рис. 3.

В варианте I нижняя стенка гондолы водозаборника, формирующая как внутренний, так и наружный контуры, выполняется шарнирной и может занимать два положения: “открыто” (пунктир) — для режима выхода на крылья и “закрыто” — для режима движения на крыльях. С той же целью на носовом обтекателе стойки-водовода делается дополнительное приемное входное отверстие, которое в зависимости от режима движения СПК может быть открыто или закрыто специальной заслонкой (вариант II). В варианте III требуемая цель достигается установкой во входном патрубке водозаборника центрального тела, которое может быть выдвинуто навстречу потоку (пунктир) или утоплено внутрь гондолы водозаборника.



Для всех трех вариантов требуемое соотношение скоростей достигается путем регулирования площади входа потока в водозаборник в зависимости от скорости движения: для меньшей скорости – большая площадь и наоборот. Недостатком рассмотренных и других аналогичных схем водозаборников является наличие механизма управления для регулирования площади входного отверстия, что снижает надежность работы водометного движителя. Кроме того, применение схемы по варианту III не позволяет решать задачу о создании водозаборника минимального габарита, создающего наименьшее внешнее сопротивление. В этом случае водозаборник будет иметь габарит, выбранный из условия обеспечения режима выхода судна на крылья. В режиме движения на крыльях выдвигаемое центральное тело позволит избежать появления кавитации внешней стороны водозаборника и обусловленное кавитацией приращение сопротивления.

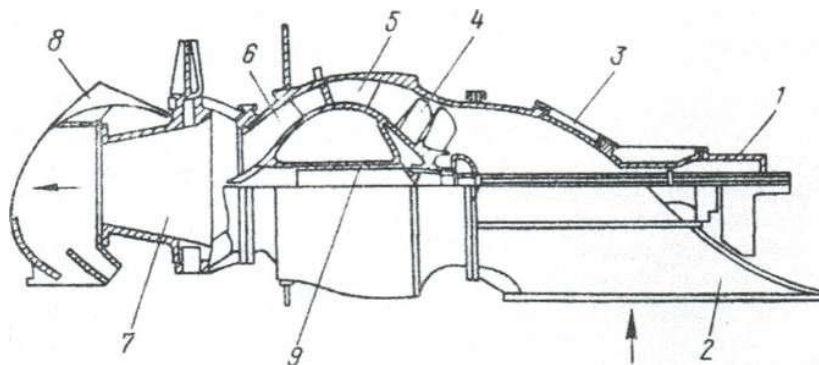


Рисунок 11. Водомётный движитель малого хода корабля класса РНМ (США). 1- узел уплотнения и подшипника; 2 - водозаборное отверстие; 3 - смотровой люк; 4 - рабочее колесо; 5 - спрямляющий аппарат; 6 - сопло; 7 - поворотное сопло; 8 - заслонка реверсивного устройства; 9 - подшипник скольжения

Однако вследствие относительно больших размеров водозаборника (значительная смоченная поверхность) в крыльевом режиме движения водометный движитель СПК с таким водозаборником не будет оптимальным по своим пропульсивным качествам.

Движители малого хода. Для обеспечения малой скорости и маневрирования в водоизмещающем положении применяются автономные движители. Это либо водометы с реверсивным устройством, устанавливаемые в корпусе судна, либо гребные винты на откидной колонке, которая подвешивается к транцу. На рис. 5 схематично изображено устройство водометного движителя малого хода корабля класса РНМ (26 м вод. ст., 2,0 м³/с, 800 л. е., частота вращения 965 об/м, КПД насоса 0,86).

Выводы. Таким образом, основной проблемой при проектировании водометных движителей судов на подводных крыльях за рубежом является проблема обеспечения оптимальных тяговых характеристик как на режиме выхода, так и при движении судна на крыльях. При этом в качестве рабочего органа применяются как осевые, так и центробежные насосы. Особое внимание



при конструировании водозаборников и насосов водометов обращено на отдаление начала кавитации во входной части водозаборника и улучшение кавитационных характеристик применяемых в насосах лопаточных механизмов. Наконец, отмечается стремление снизить массогабаритные характеристики водометных движительных установок путем снижения числа ступеней насоса и увеличения частоты вращения его рабочего колеса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пфлейдерер К. Лопаточные машины для жидкостей и газов. – М.: Машгиз, 1960.
2. "Astronautics and Aeronautics, June, 1970.
3. Barr R. A., Etter R. J. Selection of propulsion systems for high speed advanced marine vehicles. - "AIAA Paper", 1974, N 74 – 334.
4. "Jane's Surface Skimmers", 1974 – 1975.
5. "Hovercraft and Hydrofoils", 1974 – 1975.



ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОМЁТНЫХ ПОДРУЛИВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ НА КОРАБЛЯХ ВМФ И ТОРГОВОГО ФЛОТА

Ермошкин Н.Г., Гончаренко П.Д., Бабенчук Н.С.

Институт Военно-Морских Сил Национального университета «Одесская морская академия»
(г. Одесса, Украина)

Кроме прямолинейного движения корабли и суда должны работать в ограниченной для манёвра акватории или во время швартовых операций. Корабли и суда должны обладать не только направлением движения на передний и задний ход, но и возможностью разворота на 360° на одном месте, или движением корпуса, как левым бортом, так и правым бортом.

В мире было разработано большое количество подруливающих систем как с ВРШ, так и реверсивных, как электрических, так и гидравлических. В настоящее время количество разработанных различных конструктивных схем водомётных подруливающих устройств (ВПУ) достаточно велико. Принцип конструкции и работы ПУ аналогичен пропульсивным, движительным системам.

К настоящему времени количество разработанных конструктивных схем водомётных подруливающих устройств (ВПУ) уже достаточно велико. Обычно такие устройства содержат водозаборник в днище судна, вертикальный канал, в котором устанавливается рабочий орган (осевой насос или гребной винт), за ним располагаются затворы или поворотные дефлекторы для направления потока воды в один из поперечных каналов, заканчивающихся соплами в бортах судна (рис. 1). В качестве привода используются как электродвигатели, так и двигатели внутреннего сгорания.

Интерес к ВПУ не случаен, поскольку их применение по сравнению с такими широко используемыми средствами активного управления (САУ), как гребной винт в поперечном канале или выдвигная движительно-рулевая колонка, позволяет отказаться от углового редуктора, что упрощает конструкцию устройства и повышает его надежность; это особенно важно при установке привода большой агрегатной мощности. Проектантов привлекают и такие достоинства ВПУ, как возможности повышения эффективности подруливания при движении судна и применения их на мелкосидящих судах.

Следует отметить, что внедрение результатов работ по совершенствованию водопроточных трактов позволяет ВПУ при определенных условиях конкурировать с другими типами средств активного управления судами и по гидродинамической эффективности. Обычно гидродинамический расчет ВПУ выполняется по методике расчета водометных движителей на швартовах. Вместе с тем существует специфика выбора параметров ВПУ, определяемая именно условиями работы такого устройства на швартовном режиме. Как показывают систематические расчеты, для заданной конструктивной схемы ВПУ существует оптимальная величина нагрузки по напору $\sigma_{нс}$, при которой тяга устройства P_e является максимальной. Ниже



приводится достаточно простой метод выбора параметров ВПУ, обеспечивающий получение максимальной тяги при принятой конфигурации водопроточного тракта.

Вопрос о выборе оптимальных параметров САУ рассматривался неоднократно. Наиболее полно это сделано в работе, где был впервые показан физический смысл гидродинамического качества САУ на швартовах и введен относительный коэффициент качества ξ' , учитывающий поджатие потока и позволяющий сравнивать по эффективности САУ различных типов

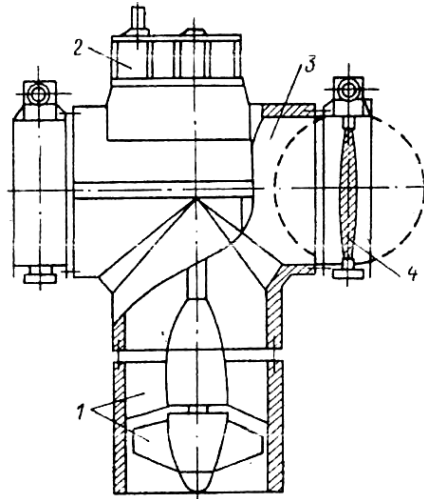


Рисунок 1. Схема водомётного подруливающего устройства с Т-образным каналом с осевым насосом и затворами 1 – осевой насос; 2 – редуктор; 3 – Т-образный канал; 4 – поворотный затвор

Однако в упомянутой статье рассмотрены в основном винты в прямой цилиндрической трубе и в насадке, для которых гидравлическое сопротивление и поджатие потока на выходе малы. Для ВПУ, как уже отмечалось выше, характерны криволинейные и относительно длинные каналы с большими гидравлическими сопротивлениями и поджатиями потока на выходе.

Как уже было показано, величина тяги P_e при прочих равных условиях пропорциональна произведению $\left(\frac{\pi}{2}\rho\right)^{1/3} (ND)^{2/3}$, где ρ — плотность жидкости, N — располагаемая мощность, D — характерный линейный размер подруливающего устройства, в данном случае диаметр рабочего колеса:

$$P_e = \xi' \left(\frac{\pi}{2}\rho\right)^{1/3} (ND)^{2/3}$$

Величина ξ' называется относительным коэффициентом качества устройства, который может быть представлен как произведение трех сомножителей, один из которых характеризует качество канала ВПУ, а два других — эффективность рабочего органа и механической передачи. При этом сомножители, характеризующие эффективность рабочего органа и механической передачи, соответственно равны $\eta_s^{2/3}$ и $\eta_m^{2/3}$.



$$\xi' = \xi'_k \eta_s^{2/3} \eta_m^{2/3},$$

где ξ'_k – коэффициент относительного качества канала;
 η_s – КПД рабочего органа ВПУ (гребного винта в трубе, насоса и т. д.);
 η_m – КПД механической передачи.

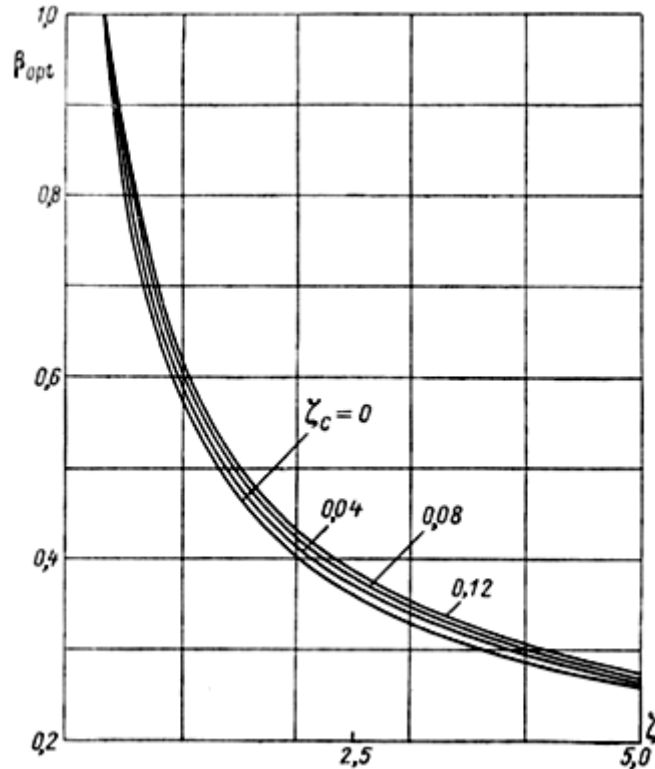


Рисунок 2. Зависимость оптимального поджатия сопла от гидравлических потерь

Учитывая, что максимально достижимая величина КПД лопастных колес, используемых в качестве рабочих органов ВПУ, весьма слабо зависит от коэффициента нагрузки в широком диапазоне его изменения, задача оптимизации параметров ВПУ должна состоять, таким образом, в определении условий, при которых коэффициент, характеризующий качество канала ξ'_k , имеет максимум:

$$\xi'_k \frac{P_e}{\left(\frac{\pi}{2} \rho\right)^{1/3} (\eta_s \eta_m N D)^{2/3}} \quad (1)$$

Преобразуем это выражение к виду, удобному для исследования, для чего выразим величины P_e, η_s, η_m и N через параметры рабочего органа и водопроточного тракта ВПУ:

$$P_e = \rho Q v_\infty; \eta_s \eta_m N = \Delta p Q,$$

где ρ — плотность воды;

Q — расход воды через рабочий орган ВПУ;

Δp — перепад давления, создаваемый рабочим органом;



$v_{\infty} = \frac{v_s}{\beta} = \frac{4}{\pi'} \frac{Q}{D^2} \frac{1}{\beta}$ -средняя по расходу скорость в струе на бесконечности за соплом;

v_s – средняя по расходу скорость воды в водоводе перед рабочим органом;

β – коэффициент поджатия, равный отношению площади поперечного сечения струи на бесконечности за соплом к площади гидравлического сечения водовода перед рабочим органом. $\beta = \beta_k \beta'$, β_k – конструктивный коэффициент поджатия сопла; β' – коэффициент, определяемый в результате эксперимента и зависящий главным образом от конструктивного исполнения сопла и коэффициента поджатия сопла β_k .

После подстановки приведенных величин в выражение (1) и введения коэффициента нагрузки по напору $\sigma_{нс} = \frac{2\Delta p}{\rho v_s^2}$, получаем

$$\xi'_k = \frac{2^{1/3}}{\sigma_{нс}^{2/3} \beta} \quad (2)$$

С другой стороны, на основании уравнения Бернулли коэффициент нагрузки $\sigma_{нс}$ может быть представлен в виде

$$\sigma_{нс} = \zeta + \frac{\zeta_c + 1}{\beta^2}, \quad (3)$$

где ζ – коэффициент гидравлических потерь в канале ВПУ, отнесенный к скорости v_s ;

ζ_1 – коэффициент гидравлических потерь в сопловой части ВПУ, отнесенный к скорости v_{∞}

Гидравлические потери в ВПУ разделены на потери в канале и в сопловой части аналогично тому, как это делается при расчетах водометных движителей. Это разделение и отнесение потерь к разным скоростям является чисто методическим и применяется для удобства при дальнейшем анализе.

После подстановки зависимости (3) в (2) получаем

$$\xi'_k = \frac{(2\beta)^{1/3}}{(\zeta\beta^2 + \zeta_c + 1)^{2/3}}$$

$$\xi' = \frac{(2\beta)^{1/3}}{(\zeta\beta^2 + \zeta_c + 1)^{2/3}} \eta_s^{2/3} \eta_m^{2/3} \quad (4)$$

Пренебрегая зависимостью ζ_c от β и считая $d\xi'/d\beta = 0$, определяем оптимальную величину поджатия при которой относительный коэффициент качества ξ' достигает максимума, и соответствующую этому поджатию оптимальную величину коэффициента нагрузки по напору $\sigma_{нс\,opt}$:

$$\beta_{opt} = \left(\frac{\zeta_c + 1}{3\zeta} \right)^{1/2}, \quad (5)$$



$$\sigma_{нс\ opt} = 4\zeta$$

Зависимости $\beta_{opt} = \beta(\zeta)$ при различных значениях ζ_c приведены на рис. 2. Область с $\beta_{opt} > 1$ соответствует подруливающим устройствам с малым гидравлическим сопротивлением водопроточного тракта, например ВРШ в насадке

Из выражения (5) вытекает достаточно важное следствие, согласно которому для подруливающего устройства с заданной конфигурацией проточной части существует оптимальная величина поджатия, зависящая только от коэффициентов гидравлических потерь, при которой достигается максимум относительного коэффициента качества и соответственно тяги в швартовных условиях.

Оптимальной величине коэффициента нагрузки по напору при заданных η_s, η_m, N и D соответствует также оптимальная величина перепада давления на рабочем органе, которая связана с коэффициентом нагрузки следующим выражением:

$$\Delta p = 2(p\sigma_{нс})^{1/3} \left(\frac{\eta_s \eta_m N}{\pi D^4} \right)^{2/3}$$

Тогда

$$\Delta p_{opt} = 2(4\zeta)^{1/3} \left(\frac{\eta_s \eta_m N}{\pi D^2} \right)^{2/3}$$

Сама же величина относительного коэффициента качества при $\sigma_{нс} = \sigma_{нс\ opt}$ равна

$$\xi'_{\kappa\ max} = \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{1}{\zeta^{1/6} (\zeta_c + 1)^{1/2}},$$
$$\xi'_{\max} = \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{(\eta_s \eta_m)^{2/3}}{\zeta^{1/6} (\zeta_c + 1)^{1/2}}.$$

Если гидравлические потери в водопроточном тракте ВПУ существенно выше таковых в сопловой части, последними можно пренебречь, полагая $\zeta_c = 0$. В этом случае выражение для максимального значения коэффициента относительно качества после вычисления постоянного множителя приобретает вид, удобный для выполнения оценочных расчетов (рис. 3):

$$\xi'_{\max} = 0,87 \frac{(\eta_s \eta_m)^{2/3}}{\zeta^{1/6}} \quad (6)$$

Из этого выражения, в частности, следует, что максимальная величина относительного коэффициента качества в существенно большей степени зависит от КПД рабочего органа, чем от коэффициента гидравлических потерь.

Полученная зависимость позволяет оперативно оценить эффективность ВПУ для принятой конструктивной схемы водопроточного канала, выполнить сравнение с другими типами подобных устройств. В частности, на основании зависимости (6) можно показать, что при реальных значениях $\eta_m = 0,95$ и $\eta_s = 0,85$ для осевых насосов относительное качество ВПУ при

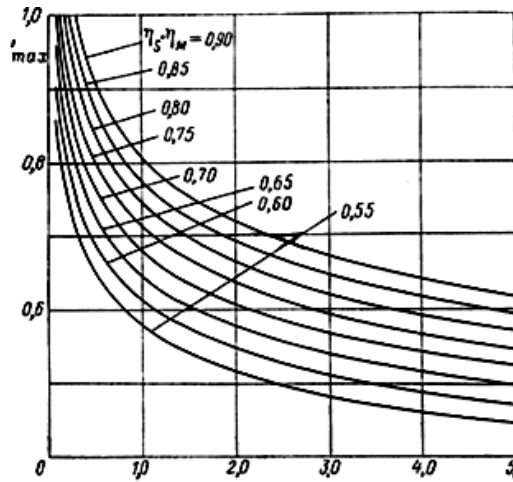


Рисунок 3. Зависимость ξ'_{\max} от ζ при различных η_s и η_m

$\zeta < 1,3$ будет не хуже, чем у устройства с ВРШ в поперечном канале, для которого по данным, приведенным в работе $\xi' = 0,72$. При этом обеспечение $\zeta < 1,3$ представляется возможным, например, за счет применения поворотных устройств в виде плавно изогнутых поворотных колен или колен с направляющим лопаточным аппаратом. Для ВПУ с Т-образным каналом и затворами, схема которого приведена на рис. 1, коэффициент гидравлических потерь обычно равен 2,0—2,8. При принятых выше значениях η_s и коэффициент относительного качества такого устройства составляет 0,67—0,63, что достаточно хорошо согласуется с натурными данными.

Общее выражение для относительного коэффициента качества (4), выделяя в нем максимально достижимую величину коэффициента относительного качества канала, можно привести к виду

$$\xi' = \xi'_{\kappa \max} \left[\frac{2^{4/3} \zeta^{1/6} \beta^{1/3} (\zeta_c + 1)^{1/2}}{3^{1/2} (\beta^2 \zeta + 1)^{2/3}} \right] (\eta_s \eta_m)^{2/3}$$

Величина сомножителя в квадратных скобках (обозначим его А) зависит оттого, насколько коэффициент поджатия отличается от оптимальной величины для принятого коэффициента гидравлических потерь ζ I, При $\beta = \beta_{opt}$ (этот сомножитель равен 1. Величина А может быть выражена через отношение принятого перепада давления на рабочем органе

$$\text{к оптимальному } \bar{\Delta p} = \frac{\Delta p}{\Delta p_{opt}} = \left(\frac{\sigma_{ns}}{\sigma_{nsopt}} \right)^{1/3}$$

$$A = \frac{1}{\bar{\Delta p}_2} \left(\frac{4\bar{\Delta p}^3 - 1}{3} \right)^{1/2} = \left(\frac{\sigma_{nsopt}}{\sigma_{ns}} \right)^{2/3} \left(\frac{4 \frac{\sigma_{ns}}{\sigma_{nsopt}} - 1}{3} \right)^{1/2}.$$

На рис. 4 представлена зависимость, которая показывает, что потери в тяге устройства при отклонении σ_{ns} от σ_{nsopt} в некотором диапазоне σ_{ns}



незначительны. Это позволяет в ряде случаев, например при использовании имеющихся в наличии моделей рабочих органов, принимать параметры, отличающиеся от оптимальных без существенных потерь в величине тяги. При этом следует несколько увеличить $\sigma_{нс}$ по сравнению с $\sigma_{нс\text{opt}}$, поскольку

зависимость $A\left(\frac{\sigma_{нс}}{\sigma_{нс\text{opt}}}\right)$ вправо от $\frac{\sigma_{нс}}{\sigma_{нс\text{opt}}}=1$ более пологая (см. рис. 4). Некоторое

увеличение перепада давления на рабочем органе полезно также с целью повышения достоверности расчёта в тех случаях, когда коэффициент гидравлических потерь ζ определен приближенно

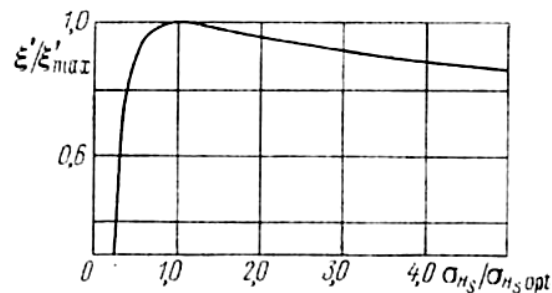


Рисунок 4. Изменение качества ВПУ в зависимости от нагрузки по напору

На основании изложенного подхода к определению тяговых характеристик ВПУ может быть осуществлен выбор параметров ВПУ, обеспечивающих получение максимальной величины тяги P_e на швартовах при заданных мощности привода N и диаметре колеса рабочего органа D , обычно ограничиваемом условиями размещения на судне. В случае, когда диаметр рабочего колеса не определен, необходимо задаться рядом значений диаметров. По результатам расчетов, выполненных для каждого значения, выбирается тот вариант, при котором параметры ВПУ отвечают требованиям задания на проектирование.

В заключение следует отметить, что основные зависимости, приведенные выше, могут быть использованы и при исследовании эффективности других типов подруливающих устройств и движителей, работающих в швартовном режиме, поскольку никаких особых ограничений при их выводе не делалось.

ЛИТЕРАТУРА

1. Куликов С. В., Храбкин М. Ф. Водометные движители. – Л., Судостроение, 1980.
2. Ривкис Р. Л., Грузинов В. И., Каган З. Л. Расчет гидродинамического качества средств активного управления судами. — Судостроение, 1971, № 10.
3. Движители быстроходных судов / М. А. Мавлюдов А. А. Русецкий, Ю. М. Садовников, Э. А. Фишер. Л., Судостроение, 1973.



ПАРУСНОЕ СУДНО КАК ШКОЛА ПО ПОДГОТОВКЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ МОРЯКОВ

Ермошкин Н.Г.

Институт Военно-Морских Сил Национального университета «Одесская морская академия»
(г. Одесса, Украина)

Известно, что все развитые страны из покон веков проводили подготовку юношей для службы не только на государственных кораблях, т.е. в то время королевских, но и частных.

Подготовка моряков является специфической и в значительной степени отличается от подготовки всех других профессий.

История подготовки моряков своими корнями уходит в глубину веков и веками совершенствовалась, но её идея концепция сохранилась до наших дней.

Во всех странах Европы были созданы частные школы мореходных искусств и все понимали, что учение в школах мореходных искусств в каменных домах на берегу не даёт возможности подготовить полноценных моряков не является реальной. Так как моряка надо готовить на корабле в реальных условиях. И тогда в те далёкие времена в Европейских странах пришли к единому мнению, что подготовка моряков должна тесно быть связана с практикой на кораблях.

Первые русские учебные суда

Под учебным судном в точном значении этого слова, очевидно, следует понимать специально построенный или оборудованный корабль, позволяющий проводить занятия по формированию у будущих моряков практических навыков в кораблевождении и эксплуатации материальной части. Сколько – ни будь подходящего под такое определение нельзя найти в хронике допетровских времён. Было бы ошибкой назвать учебными суда «потешной флотилии», действовавшей под командованием юного Петра на Переславском озере. Эта флотилия много дала русского флоту, но всё-таки потешной она названа не случайно.

Первые упоминания о морской практике и учебных плаваниях должны были бы сохраниться в документах об организации в Москве школы математических и навигацких наук (1701г.). Однако знакомство с Указом о содержании школы свидетельствует, о том, что в подробном перечислении организационных и хозяйственных вопросов эти сведения отсутствуют. Царь приказал быть «мореходных хитростно искусств учению», но велось оно, включая и навигационную часть, книжным способом. Отчасти проблема плавательной практики полностью аттестованных выпускников школы, кажется, решалась командированием в Голландию и Англию (до 1712 г.), а позже в Петербург на отечественные корабли. Лишь несколько лет спустя, когда за короткий период Балтийский флот пополнился большим количеством кораблей (1705-1725 гг.), жизненно важным стало дело массовой подготовки кадров флота. Известна на этот счёт позиция Петра I; в своём ответе на запросы князя



Львова в 1711 г. он сформулировал следующий тезис: «Учиться навигации зимою, а летом ходить в море на всяких кораблях...». Следовательно, здесь речь уже шла о соразмерности теоретических курсов и практических занятий. Однако из этой же цитаты следует, что в то время ещё не сформировалось убеждение в целесообразности выделения в составе флота специализированных кораблей – по мнению Петра I, для этого подходил «всякий» корабль.

С введением в 1716 г. звания гардемарина (это были воспитанники старших рот Морской академии, впоследствии Морского кадетского корпуса, направляющиеся во флот на практику) вышла инструкция, точно определявшая систему руководства практикой согласно которой на каждом корабле «одному морскому поручику из русских» предписывалось практикантов «к обучению принуждать» и в целях оперативного контроля «о их поступках доносить капитану корабельному, а капитану-командующему эскадрой». Ежедневная специальная подготовка включала штурманские и навигационные занятия (первый час), которые должен был «указывать штурман корабельный»; пушечные как теоретические, так и практические (второй час); в течение третьего часа следовало «обучать и показывать, что надлежит в управлении иметь на корабле шхиперу, боцману и шхиману»; четвёртый час отводился для «солдатского обучения с мушкетом и для обращений воинских». К практике относились очень серьезно, по её завершении обязательно должна была быть «роспись учинена всем гардемаринам, которые служили».

Окончание Северной войны (1721 г.) не привело к расширению практики учебных плаваний, а после смерти Петра I «Высочайший тайный совет» вообще принял в 1728 г. решение о консервации флота. Оговорки же о том, что корабли могли «в случае нужды немедленно к походу вооружены быть» и «для обыкновенного крейсерства и практического обучения команд изготовить пять кораблей меньших рангов» не спасали положения.

Позднее вошло в правило использование для учебных целей плавания кораблей Балтийского флота. В журнале Адмиралтейств-коллегии за 1730 г. зафиксировано распоряжение «припасами удовольствовать немедленно...» к обучению же морской практике для посылки к городу к Архангельскому [подготовить] фрегаты «Россия», «Винд Хунд», в Любек и Данциг пакетботы «Св. Яков», «Почтальон», «Курьер», «Почт-Ваген». Руководителем похода назначили Я. С. Барша, который, кстати сказать, ещё в 1723 г. будучи командиром линейного корабля «Св. Андрей» отмечался за «содействие и непосредственное руководство» практической подготовкой гардемарин и кадетов в летних плаваниях. Известно интересное распоряжение, датированное маем 1731 г., командира пакетбота «Почтальон» унтер-лейтенанта К. Прончищева штурману В. Прончищеву (степень их родства установить, пока не удалось): «Имеющихся на пакетботе «Почтальон» гардемарин извольте обучать науке как по регламенту, в том же содержании иметь и штурманских учеников; по регламенту повелено над оными в осмотрении быть одному обер-офицеру...во время якорного стояния приказывать шхиперу и боцману оным



показывать ». В более поздней инструкции Адмиралтейств-коллегии (1733 г.), адресованной капитану Я.С. Баршу говорилось: «Корабли» «Выборг» и «Ригу», да фрегаты «Вахмейстер» и «Кронделивде» для экзерциций в науке и практике отправить в вояж и следовать оным фрегатам к архангелогородскому порту и тамо зимовать».

Независимо от этих случайных плаваний меняющихся год от года кораблей, архангелогородское направление навсегда осталось в истории учебных походов. Именно здесь, очевидно, был предпринят переход первых судов русского флота, специально выделенных в качестве учебных. Этому предшествовали следующие события. В 1738 г. известный полярный исследователь С. Г. Малыгин обратился с ходатайством об организации в морских условиях систематического обучения «малолетних учеников или подштурманов» с тем условием, что ему дадут судно, на котором можно «ежегодно ходить к городу Архангельскому, откуда в одно лето с возвращением сюда тот вояж сканчивать». Несмотря на равнодушие к нуждам флота в те годы, царская администрация всё же удовлетворила прошение лейтенанта С. Г. Малыгина, первым в России предложившего иметь для учебных целей специальное судно. Вполне возможно, что исключительно быстрому осуществлению соответствующего решения Адмиралтейств-коллегии способствовало донесение в начале 1739 г. Головина, в котором выражалось сомнение в дальнейшей пользе обучения за границей будущих специалистов флота. Скептицизм основывался том, что по его наблюдениям, «изо всех посланных малая часть со ожидаемым плодом в отечество возвратилась...»

В мае 1739 г. Адмиралтейств-коллегия постановила: «Для экзерциции в науке и практике...отправить из Крондштадта фрегат «Амстердам-Галей»...командиром определить лейтенанта С. Г. Малыгина». Дополнительно ему был придан гукор «Кроншлот», командиром которого стал лейтенант В. Винков. Предпринятое в том же году плавание, однако, сложилось крайне неудачно: попав в сильный туман, фрегат оказался на камнях к югу от о. Борнхольм и спасти его не удалось. Гукор же, продолживший переход, благополучно прибыл в Архангельск.

Таковы главные обстоятельства первой русской экспедиции, своей основной целью имевшей обеспечение плавательной практики будущих морских офицеров. Несмотря на неудачу, постигшую основное судно, руководитель похода, признанный, кстати, невиновным в его гибели, С.Г. Малыгин, по видимому, имеет несомненное право быть отмеченным в качестве предвестника появления в русском флоте специализированных учебных судов. Что же касается неудачника «Амстердам-Галея» и более удачливого «Кроншлота», нужно сказать следующее. К сожалению, не представляется возможным уточнить, каким образом выделенные в распоряжение С. Г. Малыгина сорок практикантов (цифра значительная для условий автономного плавания) были распределены между судами. Потому допустимо отметить «пионерскую» роль того и другого, а также считать, что оба они, фрегат и гукор, имеют право занимать какие-то



верхние строчки в длинном теперь уже перечне русских и советских учебных судов.

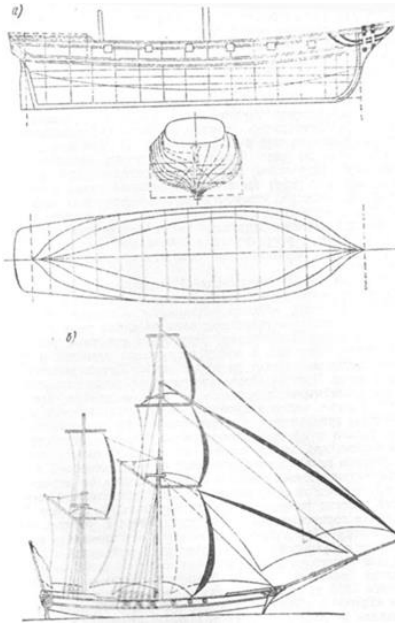


Рисунок 2. Теоретический чертёж (а) и предположительный вид (б) парусного вооруженного гукора «Кроншлот» русского учебного судна XVIII в.

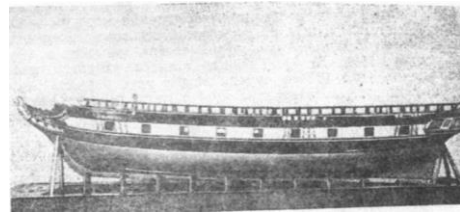


Рисунок 1. Модель фрегата «Урания» - учебного судна России XIX в. (из фондов ЦВММ)

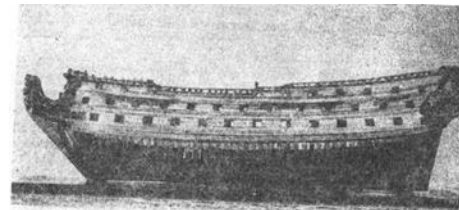


Рисунок 3. Модель линейного корабля «Св. Андрей», неоднократно использовавшегося для практики учеников до появления специальных учебных кораблей 1721-1736 гг. (из фондов ЦВММ)

По поводу гукора, менее известного типа судна, полезно сообщить такие данные. Гукоры имели примерно 350 т водоизмещение, пушек на верхней палубе до 12 шт., экипаж – до 90 чел.; они использовались в качестве вспомогательных, для прибрежного дозора и посыльной службы. Для парусного вооружения их была характерна высокая гротмачта, располагавшаяся почти на миделе, непропорционально длинный бушприт с выдвижным утлегарем. Смещённая в корму бизань-мачта по высоте составляла две трети гротмачты. Суда такого типа отличались хорошими мореходными качествами [1].

Учебный процесс был построен так, чтобы каждый поступающий в училище мог ознакомиться не только с обязанностями матроса, но и помощников капитана. Часы пребывания практикантов на судне расписывались «на ходу» и «на якоре» и мало чем отличались от регламента военных кораблей. Обязательными на судне стали пробы пищи капитаном перед раздачей ее команде, принятые на военных судах. Каждые полчаса на баке отбивались склянки. К подъему флага практиканты выстраивались повахтенно на верхней палубе. Перед подъемом подавалась команда «На флаг смирно». С подъемом флага производились развод на работы и учебные занятия. Боцманы были «вооружены» дудками на цепочках. Капитан обычно съезжал на берег на капитанской гичке красного дерева с «уборами» из темно-синего бархата, с горящими на солнце медными уключинами и румпелем, под шелковым флагом. В гичке сидели шесть отборных гребцов.



О дальнейшей судьбе клипера, ставшего прекрасной школой под парусами, известно до обидного мало. В ежегоднике Ллойда за 1924–1925 гг. имеются сведения о том, что в 1913 г. клипер прошел большой капитальный ремонт в Англии на верфи «Свэн энд Хантер», расположенной в небольшом местечке Уоллсенд, на р. Тайн. После ремонта, закончившегося до начала первой мировой войны, судно проследовало не на Черное море, а на Балтику.

Основные характеристики клипера «Мария Николаевна» [2,3]

Длина регистровая по верхней палубе	79,96 м
Ширина на мидель-шпангоуте	2,10 м
Глубина интрюма (трюма)	7,17 м
Высота борта	7,85 м
Осадка средняя в полном грузу (без киля)	6,05 м
Надводный борт	1,50 м
Протяженность бака	12,20 м
Юта	22,60 м
Водоизмещение полное	2870 т
Вместимость полная	1859 рег. т
Экипаж	40 чел.
Число курсантов	110 чел.

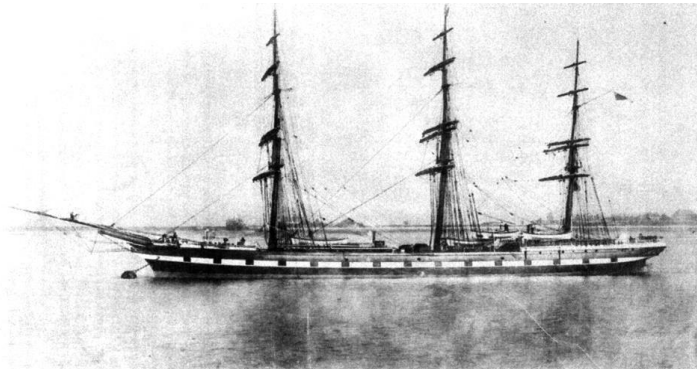


Рисунок 4. «Великая княжна Мария Николаевна», 1890-е годы

Барк «Великая княгиня Ксения Александровна» (с 22 сентября 1910-1920)

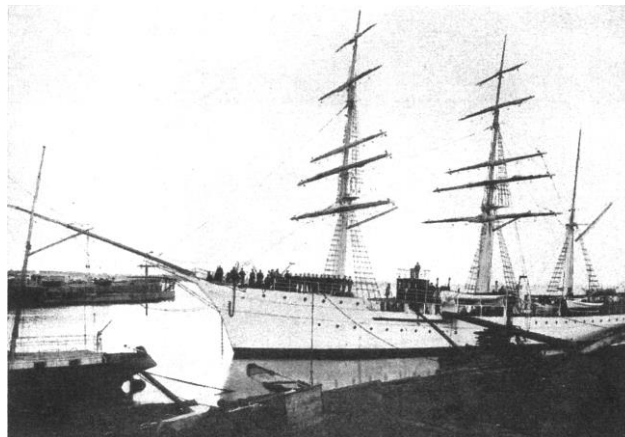


Рисунок 5. Барк «Великая княгиня Ксения Александровна» перед выходом на ходовые испытания в море, 1904 год



Основные характеристики барка «Великая княгиня Ксения Александровна» [2,3]

Длина между перпендикулярами	52,9 м
Ширина у миделя	9,14 м
Высота борта	6,3 м
Осадка средняя при стандартном водоизмещении...	2,90 м
Водоизмещение стандартное	697 т
Экипаж	50 чел.
Число практикантов	100 чел.

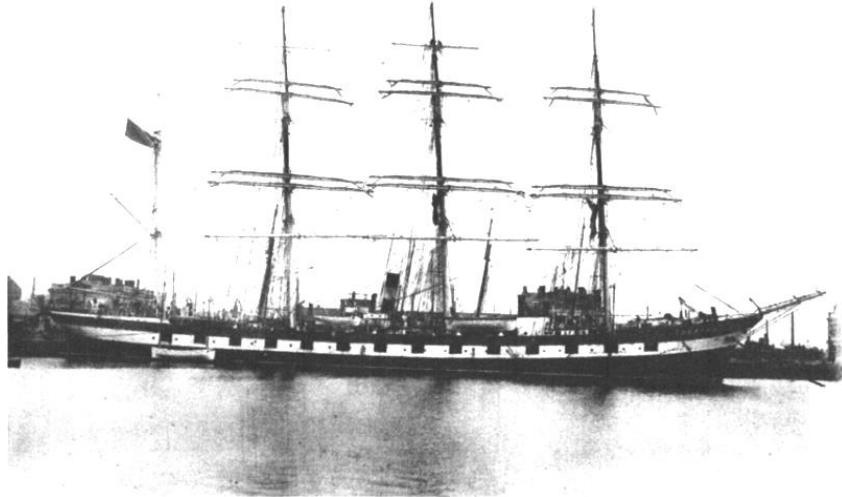


Рисунок 6. «Товарищ», Одесса, 30-е годы

Прибыв в Одессу «Товарищ» недолго оставался у стенки. Став флагманом учебного флота страны, он уже не покидал пределов Черного и Азовского морей, но это не мешало ему оставаться первоклассной, исключительно популярной школой под парусами.

Война застала барк в городе Мариуполе. Захватив город осенью 1941 г., немцы решили воспользоваться беззащитностью судна и с его помощью перекрыть вход в порт. С этой целью его затопили поперек канала, точнее, попытались это сделать, но судно при погружении чуть развернулось и сместилось с оси фарватера и село на грунт, оставив узкий проход. По рассказам моряков, освобождавших Мариуполь от фашистских захватчиков, группа бронекатеров во время прорыва в порт воспользовалась этим проходом и успешно завершила боевую операцию.

Ниже приведены данные о корабле, позволяющие хотя бы мысленно воссоздать замечательный облик, сравнить с данными кораблей, плававших до него и ещё только собирающихся плавать. Вот основные из них.

Основные характеристики парусника «Товарищ» [2, 3]

Длина по верхней палубе (регистрационная)	86,73 м
Ширина на миделе	12,80 м
Высота борта	7,93 м
Осадка максимальная с килем	6,60 м



Водоизмещение в полном грузу	4750 т
порожнем	1150 т
Вместимость валовая	2472 рег. Т
Экипаж	32 чел.
Число практикантов	120 чел

Парусное учебное судно итальянского флота было построено в июне 1928 года на верфи «Castellamare» (Италия). 14 февраля 1930 года его ввели в строй.

Парусник водоизмещением 2787 т имел длину 77,1/66,44 м, ширину 14,56 м и осадку 6,14 м. Высота борта 7,3 м. Два дизеля с электропередачей на два электромотора фирмы Марелли общей мощностью 1600 л.с. обеспечивала скорость хода без парусов 10 узлов. Экипаж 280 человек. На нем размещалось 140 кадетов.

В ходе II мировой войны с 1943 года назывался «Z18».

Парусные суда
«Christoforo Colombo»

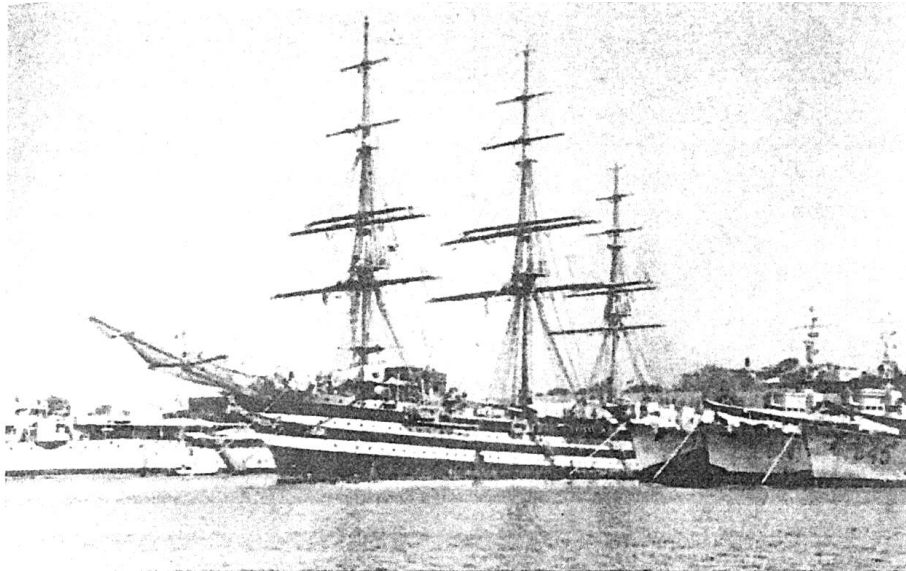


Рисунок 7. Парусное учебное судно итальянского флота «Christoforo Colombo»

В конце 1948 года парусник, по репарации, был передан СССР, где получил наименование «ДУНАЙ». В начале марта 1949 года он прибыл в Одессу. Учебно-парусное судно стало служить в составе 78-й бригады учебных кораблей Черноморского флота. Оно на протяжении десяти лет обеспечивало подготовку молодого пополнения для кораблей и частей ВМФ. В апреле 1959 года «ДУНАЙ» передали Ленинградскому высшему мореходному училищу Минморфлота. В ожидании капитального ремонта судно поставили в Одессе на прикол. Однако в июне 1963 года техническая комиссия признала «ДУНАЙ» к дальнейшей эксплуатации и восстановлению непригодным. В 1968 году на базе «Главвторчермета» в Одесском порту парусник разделали на металлолом.

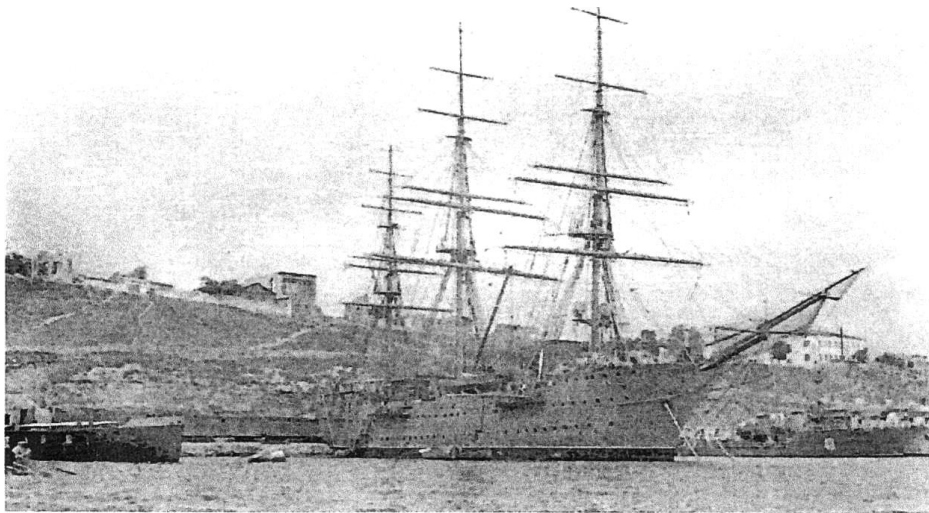


Рисунок 8. Учебное судно ЧФ «Дунай» в Феодосии. 50-е годы

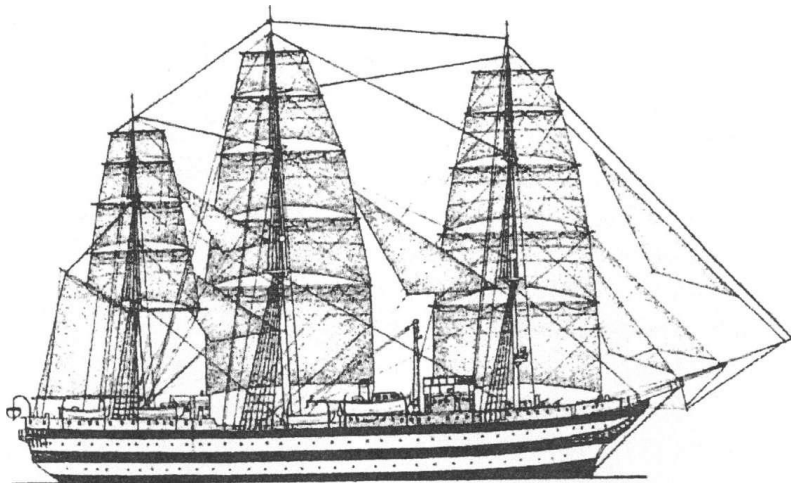


Рисунок 9. Схема учебного парусного судна «Дунай»

Современные учебные суда
“Kommandore Johnsen”

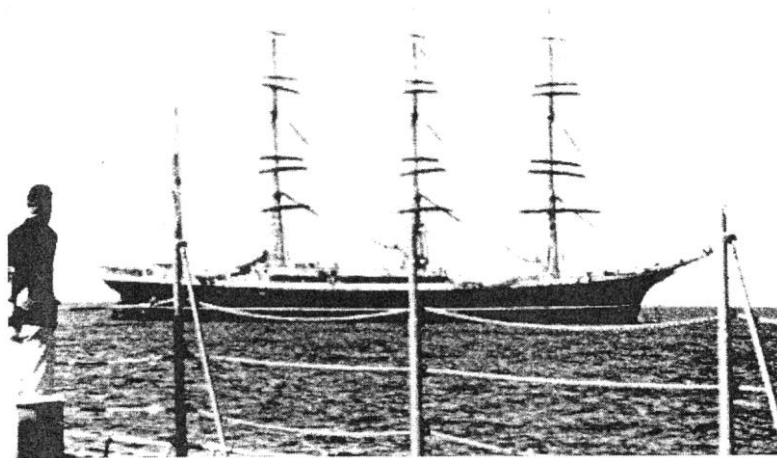


Рисунок 10. Учебное судно (4-х мачтовый барк) “Kommandore Johnsen”



Учебное судно (4-х мачтовый барк) судоходной германской компании «Vinnen» из Бремена. Был спущен на воду в феврале 1921 года на судостроительной верфи «Fried Krupp Germaniawerft AG» в Киле под названием «Magdalene vinnen» (строительный № 372).

Барк водоизмещением 7320 т, вместимостью 3572 брт и дедвейтом 5340 т имел длину 97,90 м, ширину 14,62 м и осадку с килем 7,72 м. Высота борта 8,72 м. Дизель мощностью 500 л. с. обеспечивал скорость хода в 5 узлов.

Начало океанской службы барка оказалось успешным. Он перевозил массовые грузы с предельно низким фрахтом из Европы в Австралию, южную Америку, на острова Океании. 15-летний период его эксплуатации подтвердил полное соответствие судна выбранному режиму работы. Оно имело хорошие экономические показатели. Однако в 30-е годы наступил мировой экономический кризис. В 1936 году компания «Vinnen» за бесценок продала парусник. Он был приобретен судоходной кампанией «Norddeutscher Lloyd» (Бремен) пользующейся государственными дотациями. Барк был модернизирован, переоборудован в учебное судно (100 практикантов) и переименован в «Kommandore Johnsen». Трюмы были сохранены для перевозки грузов. Во время II мировой войны судно использовалось в качестве транспорта и ходило в порты северной Норвегии. В мае 1945 года барк во Фленсбурге был реквизирован британской оккупационной администрацией и переименован в «Empire Ribble».

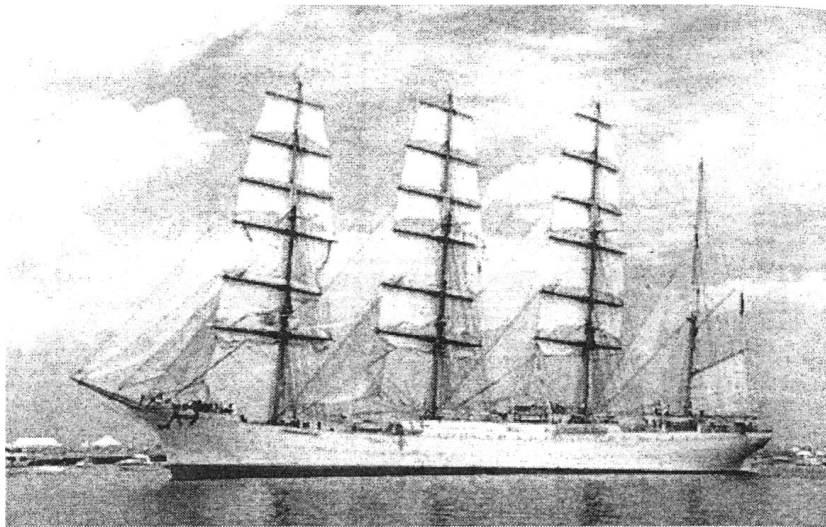


Рисунок 11. Учебное судно «Седов»

В конце 1945 года парусник находился в Кардиффе (Англия) и оттуда по репарации был 4 декабря 1947 года передан СССР, где он служил в составе учебных судов Советского ВМФ под новым именем «Седов». В 1952 году состоялся первый пробный рейс барка по Балтийскому морю. В 1957 году парусник по совместительству начал исполнять функции океанографического судна. В 1966 году «Седова» передали Минрыбхозу СССР для подготовки курсантов мореходных училищ. В конце 70-х годов «Седов» готовился к



списанию. Однако после вмешательства более 100 известных моряков и руководителей морских училищ судно было поставлено на капитальный ремонт, который провели корабли Кронштадтского Морского завода. Итогом ремонта было третье рождение 60-летнего барка. На нем появились удобные учебные классы, учебная рубка и мостик. Судно снабдили самыми современными приборами судовождения. Во время ремонта на нем установили новый вспомогательный дизель мощностью 1080 л.с. Скорость судна возросла до 7,0 узлов, а под парусами до 14,6 узла.

В апреле 1945 года Штеттин был захвачен советскими войсками. Там парусник был конфискован и как трофей уведен в СССР. 12 февраля 1947 года шхуна была передана Военно-морской ордена Ленина академии им. К.Е. Ворошилова. Её назвали «Надежда» (бортовой № В-205). Вместе с другой известной в истории советского флота шхуной «Учеба» её включили в состав отряда учебных кораблей Ленинградского военно-морского подготовительного училища.

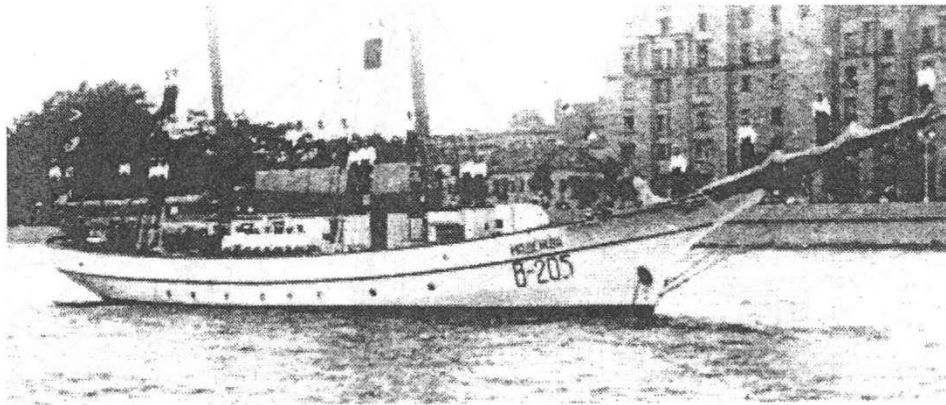


Рисунок 12. Учебное судно «Надежда»

14 июня 1948 года шхуну передали Ленинградскому Нахимовскому военно-морскому училищу. Однако 24 июля 1956 года «НАДЕЖДУ» передали в яхт-клуб Ленинградской военно - морской базы и в 1958 году как плавказарму переименовали в «ПКЗ-134».

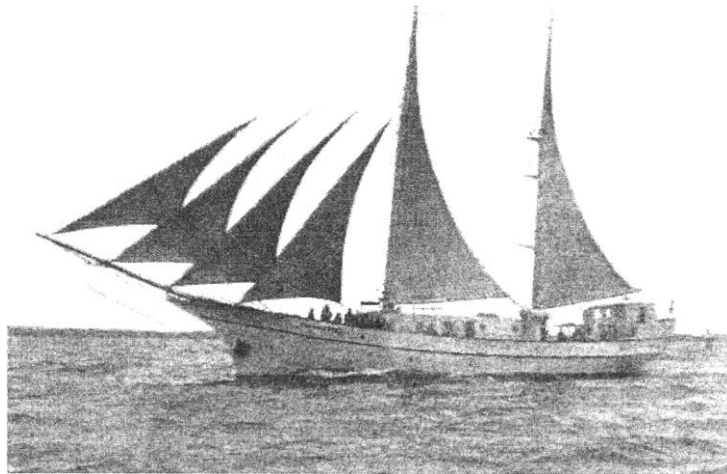


Рисунок 13. Учебное судно «Ленинград»

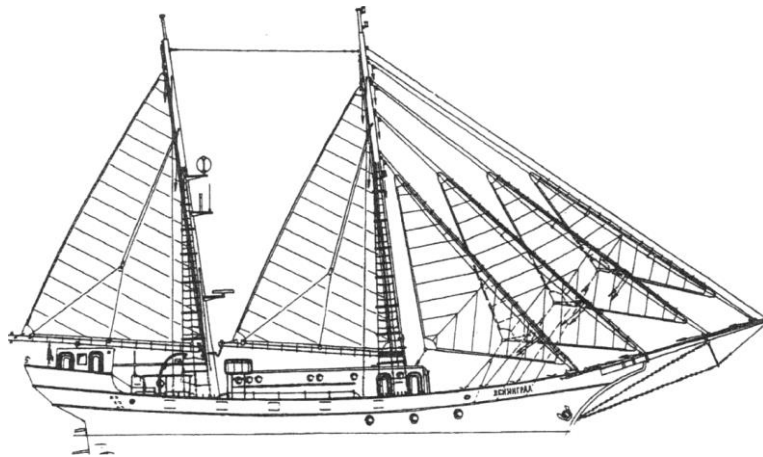


Рисунок 14. Схема парусного вооружения учебного судна «Ленинград»[1]

18 июня 1958 года судно исключили из состава ВМФ СССР и безвозмездно передали Центральному яхт-клубу ВЦСПС. Там «Надежда» была переименована в «Ленинград».

«Padua»

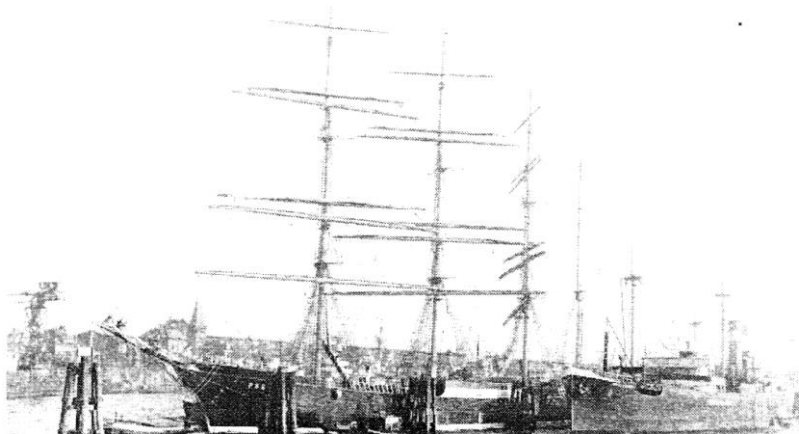


Рисунок 15. 4-х мачтовый грузовой барк «Padua»

4-х мачтовый грузовой барк судостроительной германской компании «Reederei F Laeisz GmbH» из Гамбурга. Построен 19 августа 1926 года на судостроительной верфи «Joh C Tecklenborg AG Schiffswerft» в Геестемюнде. Барк водоизмещением 6250 т, вместимостью 3064 брт и дедвейтом 4300 т имел длину 114,5/95,0 м, ширину 14,04 м и максимальную осадку с килем 7,40 м. Высота борта 8,78 м.

После ввода в эксплуатацию судно стало эксплуатироваться на южноамериканских линиях по перевозке селитры и других малопривлекательных грузов. «Padua» совершила несколько рейсов вокруг мыса Горн и на Австралию, причем с рекордными результатами по времени. Нередко на борту «Padua» появлялись ученики (до 40 – 60 человек), что для экипажа было изрядным подспорьем, поскольку они работали наравне со штатными матросами.



В 1938 году судно принадлежало компании «Afrikanische Frucht Compagnie AG» из Гамбурга. Последний мирный рейс барка начался в октябре 1938 года, когда он покинул Бремен, взяв курс на Чили. В январе 1939 года парусник продолжил путь, направившись оттуда в Австралию. В Европу судно возвратилось 26 июля. Во время II мировой войны судно было мобилизовано и в 1940 году передано ВМФ Германии в качестве грузового лихтера. В мае 1945 года судно во Фленсбурге было захвачено англичанами. 11 января 1946 года лихтер по репарации был передан СССР. С 25 февраля 1946 года судно числилось как учебный корабль. С 4 августа 1952 года оно было переформировано в плавучую базу «ПБ-11», а с 27 декабря 1956 года в плавучую казарму «ПКЗ-113». В августе 1959 года парусник, переименованный в «Крузенштерн», поставили на капитальный ремонт. На месте трюма оборудовали каюты, установили два дизеля 8ДР общей мощностью 1177 л.с., работавших на два винта. Скорость судна под машинами составила 10,0 узлов, а под парусами 15,0 узлов. Экипаж 68 человек.

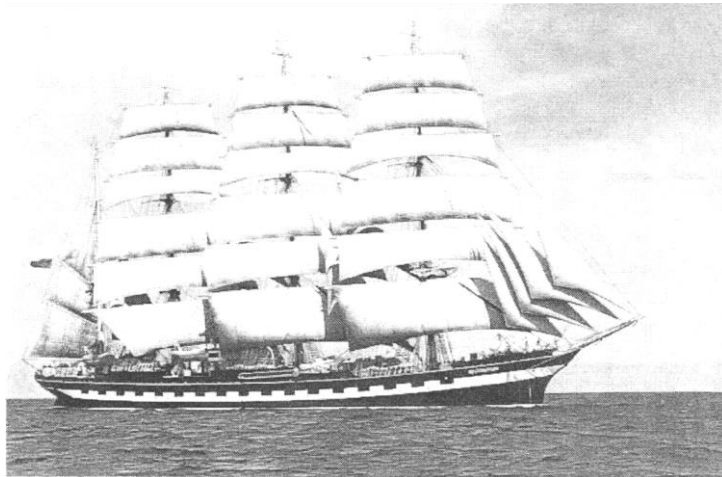


Рисунок 16. Учебный парусник «Крузенштерн»

В 1961 году парусник под флагом Военно-Морского Флота СССР с курсантами на борту совершил первое послевоенное океанское плавание. С этого времени для «Крузенштерна» началась новая жизнь. Его видели у берегов Северной и Южной Америки, Африки. В качестве экспедиционного судна он обеспечивал научно-исследовательские программы Академии наук СССР. 7 января 1966 года «Крузенштерна» передали Минрыбхозу СССР для подготовки курсантов мореходных училищ. Парусник принимал 208 курсантов. В 1971 году он прошел модернизацию и переоборудование. Барк стал принимать участие в международных регатах учебных парусных судов, в так называемых Операциях Парус.

И в наши дни трудно переоценить роль учебных парусных судов. Современные «Седов», «Крузенштерн» и «Товарищ II», так же как и их далёкие предшественники, не только пробуждают у молодых людей романтику моря, но и зовут к прекрасным, хотя и нелёгким профессиям судостроителя и моряка.

«Gorcn focn »

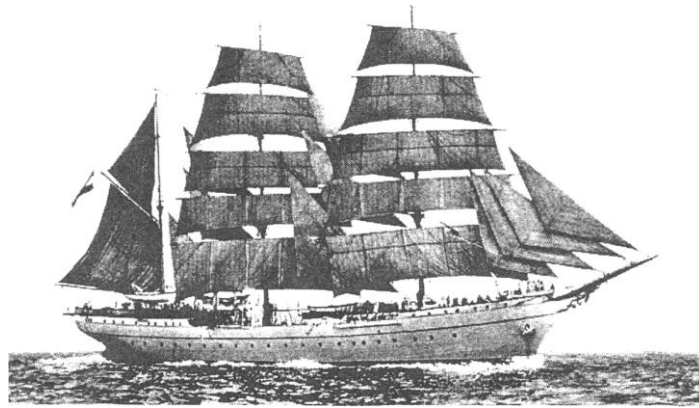


Рисунок 17. Барк «Gorch Foch»

Учебный трехмачтовый барк «Gorch foch» был построен по заказу ВМФ Германии 26 июня 1933 года на германской верфи «Blohm & Voss» в Гамбурге (строительный № 495). Водоизмещение судна составляло 1762 т, длина 73,64 м (с бушпритом 82,6 м), ширина 12,02 м, осадка 5,33 м. Высота борта 7,55 м. Экипаж 45 человек. Число курсантов 145. Дизель типа «MAN-DM» мощностью 369 л.с. обеспечивал судну скорость хода в 7 узлов. В 1945 году барк использовался как баржа в каботаже. В мае 1945 года баржа была затоплена в Штральзунде. В 1947 году АСС КБФ подняло парусник. Его с 23 сентября 1948 года по 15 июня 1950 года восстановили на верфи в Висмаре, а в Лиенае оборудовали парусную оснастку. В апреле 1950 года барк получил наименование «Товарищ». В 1951 году он совершил первый поход по Балтике. После недолгого пребывания в Ленинграде «Товарищ», приписанный к Херсонскому мореходному училищу, направился вокруг Европы в Одессу. Первое значительное плавание учебного судна состоялось в 1957 году. Рейс был продолжительным и далеким. Из Черного моря «Товарищ» вокруг Африки проследовал к берегам Индонезии, Индии, а затем вернулся обратно в Одессу.

Парусные суда
«Рион»

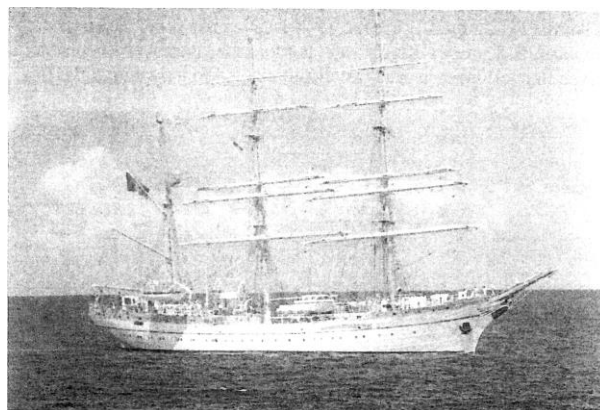


Рисунок 18. Парусник «Mircea»



Учебное парусное судно ВМС Румынии «Mircea» было заложено 30 апреля 1938 года на верфи «Блом и Фосс» в Гамбурге по типу знаменитого парусника «Горх Фок».

Судно водоизмещением 1630 т имело длину 72,99 м, ширину 12,03 м и осадку 5,02 м. Площадь 23 парусов 1748 кв. м. Дизель типа МАН мощностью 520 л.с. обеспечивал скорость хода без парусов 9,5 узлов. Экипаж 83 человека.

22 сентября 1938 года парусник был спущен на воду и 29 марта 1939 года передан заказчику. «Mircea» через Лиссабон и Ла-Валетту 17 мая прибыл в порт приписки Констанцу. Уже 3 июля парусник вышел в свой первый поход со 140 кадетами на борту по маршруту Констанца, Варна, Палермо, Тулон, Гибралтар, Алжир, Александрия, Констанца. Первый учебный рейс оказался и последним перед II мировой войной. В конце Великой Отечественной войны 27 августа 1944 года парусник в Измаиле был захвачен советскими войсками и в качестве трофея передан Черноморскому флоту, где начал служить учебным судном под наименованием «Дунай».

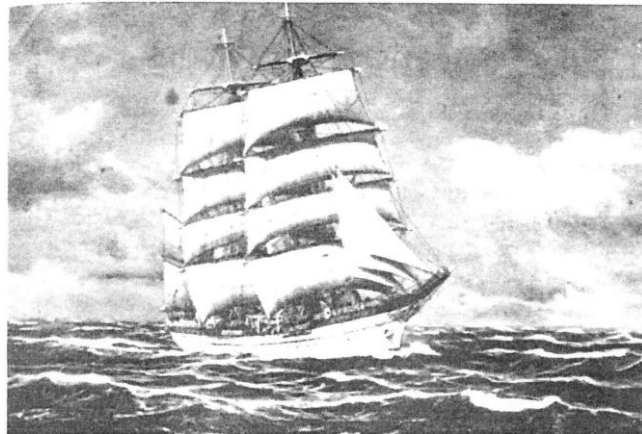


Рисунок 19. Учебный парусник «Рион»

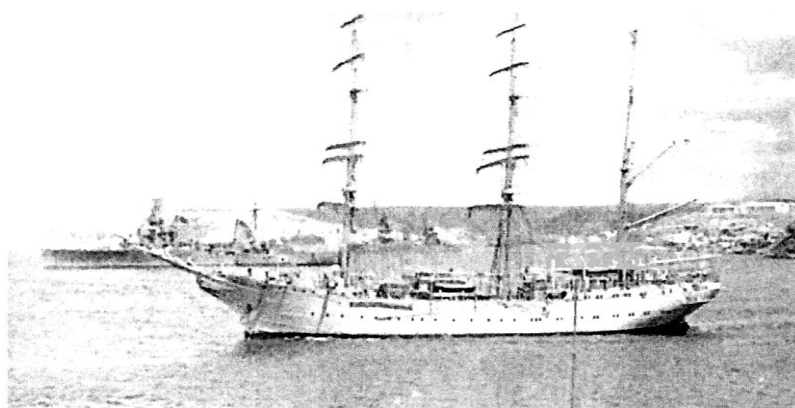


Рисунок 20. Учебный парусник «Рион»

Однако вскоре парусник переименовали, дав ему новое имя «Рион». В конце 1946 года «Рион» был возвращен коммунистическому правительству Румынии, где паруснику вернули прежнее наименование «Mircea». Судно, прошедшее в 1966 году модернизацию на верфи строителя, находится в эксплуатации до сих пор.



Парусно-моторные шхуны типа «Альбатрос»

В 1942-1943 годах по заказу судоходной германской компании «Н.С. Нот» из Гамбурга на верфи в Браиле (Румыния) были заложены десять парусно-моторных шхун с деревянным корпусом. В августе 1944 года строящиеся суда были захвачены советскими войсками. В 1945 году теплоходы были достроены и в начале 1946 года переданы в счет военных репараций Советскому Союзу.

«Альбатрос»

В 1942 году на верфи в Браиле была заложена головная парусно-моторная шхуна «Trisina».

Двухвинтовое судно вместимостью 350 брт имело длину 41,4 м, ширину 8,14 м и осадку 2,9 м. Высота борта 3,40 м. Два дизельных двигателя общей мощностью 240 л.с. обеспечивали скорость хода без парусов 7,5 узла. Экипаж 15 человек.

В 1945 году шхуна под названием «Альбатрос» была передана Советскому Союзу. Порт приписки стал Мариуполь. Списана в 1962 году.

«Акула»

В 1942 году на верфи в Браиле была заложена парусно-моторная шхуна «Hlogika». ТТХ по аналогии с головным судном. В 1945 году шхуна под названием «Акула» была передана Советскому Союзу. Порт приписки стал Мариуполь. Списана в 1954 году.

«Буревестник»

В 1942 году на верфи в Браиле была заложена парусно-моторная шхуна «Rodina». ТТХ по аналогии с головным судном. В 1945 году шхуна под названием «Буревестник» была передана Советскому Союзу. Шхуна с 1946 года начала служить в составе Азовского государственного морского пароходства и числилась

Учебные баркентины и шхуны послевоенной постройки

Каждая морская держава по-своему и в своё время (тогда казалось, что навсегда) расставалась с парусным торговым флотом. Для нашей страны это произошло в 60-е годы. Последними из парусных труженников были шхуны и баркентины, с уходом которых стало забываться и искусство деревянного судостроения. Ни подробных данных, ни чертежей этой весьма большой группы судов не сохранилось.

Постройка почти ста однотипных по корпусу парусных судов транспортного назначения (и среди них серии учебно-парусных) стала для Финляндии поистине «заказом века». Никогда ранее финские караблестроители не получали столь масштабную работу. Строились парусники в основном на верфях «Лайватеолисус» (Або) и «Ф. В. Холминг» (Раумо) и вводились «эксплуатацию» в период 1946-1953 гг. Хорошо известны учебные баркентины «Альфа», «Вега II», «Горизонт», «Зенит», «Капелла», «Кропоткин», «Менделеев», «Меридиан», «Секстан», «Сириус», «Тропик», «Чайка»; учебные бермудские шхуны (иногда их называют исландским ж из-за «раздёргивающегося» прямого паруса - брифка, незаменимого при отрыве от



шторма : помощью попутного ветра) «Запад», «Глобус», «Кодор» и «Юнга»; тип вооружения ещё одного построенного тогда же судна «Штурман» установить пока не удалось.

Все эти суда, идентичные по размерениям и, в основном, по конструкции корпуса, имели разный рангоут и детали внутреннего устройства. Внешнее впечатление от теоретического чертежа - это элегантность и привлекательность конструкции, несмотря на малое удлинение корпуса $L/B = 4,2$), а легкая седловатость подчёркивает готовность к стремительному бегу. Изучение характерных линий позволяет сделать вывод, что у судов отсутствовала привычна цилиндрическая вставка. Приводимые технические данные относятся к баркентине «Кропоткин», но в целом они характерны и для остальных: наибольшая длина с бушпритом 52,3 регистровая по палубе 39,37, между перпендикулярами 37,5, ширина по миделю с обшивкой 8,97, высота борта от основной плоскости (верхней кромки киля) 3,9 средняя осадка без киля 3,18, высота брускового киля 0,2 м, водоизмещение по КВЛ 595 т, вместимость полни 322 рег. т; коэффициенты общей полноты 0,556, полноты грузовой ватерлинии 0,797, полнота мидель-шпангоута 0,828; общая площадь парусности 820 м²; мощность вспомогательного двигателя (построечный вариант) 165, после переоборудования 220 кВт, скорость пол двигателем 7,5 уз; судно вмещало 15 членов экипажа, 36 курсантов, два преподавателя.

Существующие рекомендации [1] позволяют сделать вывод о том, что площадь парусности соответствует размерениям корпуса судна. Тем не менее, как свидетельствуют моряки, эти суда при ветре 4-6 баллов показывали под парусами только 6-7 уз. Очевидно, сказывалось малое соотношение длины к ширине корпуса. По просьбе тех, кто интересуется деревянным парусным судостроением, сообщаем подробные данные о размерениях рангоута.

Общая высота мачт (все они клееной конструкции) от основной плоскости до клотика и их наклон от вертикали составляют: фок 33,2 м и 3°, грот 32,65 и 3,5 бизань 32,65 и 4.

Чертеж продольного разреза даёт возможность представить конструкцию деревянного корпуса. Однако следует учесть, что детали его изменялись в процессе постройки серии. Так, например, уже после закладки дорогостоящих кокорные кницы начали заменять более надёжными и дешевыми металлическими сварной конструкции, появились сварной фундамент под двигатель, металлические сходные тамбуры, световые люки. Кроме того, на последних трёх баркентинах («Менделеев», «Кропоткин» и «Вега II») устаревшие шпангоуты на футоксовом наборе с нагельными соединениями заменили клееными, хорошо себя зарекомендовавшими и Шпангоуты выполнялись двухслойными, из отдельных составных частей - футоксов. Киль, резенкиль и кильсон собирались из брусьев, соединённых «в замок». На последних судах серии применялись и клееные из отдельных пластин килевые бруссы. Форштевень также собирался из брусьев различного сечения: стем как основа конструкции узла имел наклон к горизонту около 55°, спереди к нему



примыкал водорез из дубового бруса, а сзади -сосновый фальстем; все они соединялись с килевой балкой посредством носового дейдвуда, набранного из четырех брусьев. Ахтерштевень и набор кормовой оконечности (старнпост и фальстарнпост) с помощью кормового дейдвуда соединялись с килем. Все брусья форштевня, кия и ахтерштевня закреплялись сквозными болтами. Стальной пластинчатый руль фиксировался между гелмпортом и пяткой килевой балки. Кормовой набор заканчивался транцем, основной опорой которого служила наклоненная под 30° к горизонту сосновая балка котртимберса с прилегающими к нему с боков горнтимберсами. Наружная обшивка - одинарная, вгладь, что типично

для морских судов футоксового набора. У шпунтового пояса и бархоута предусматривались традиционные утолщения наружной обшивки. Палубу покрывал сосновый настил; возвышавшийся над палубой на 1 м полубак простирался до 12-13 шп., на нём располагались электроручной брашпиль, тамбур схода в нижние помещения и палубное швартовное устройство. Под полубаком располагались две трехместные каюты экипажа и парусная кладовая.

На верхней палубе, на рострах, стояли четыре спасательные шлюпки. В носовой рубке (5x6 м) размещались столовая команды, камбуз, санитарное помещение и резервная двухместная каюта. Основную часть средней рубки (3,2x3,3 м) занимал учебный класс, кормовая рубка (4,7x4,5м) отводилась под каюту капитана, радиорубку и кают-компанию. На небольшом возвышении кормовой палубы, напоминающем полуот, находились рулевая и штурманская рубки с вынесенным через переднюю переборку запасным штурвалом. За рубкой на шлюпбалках подвешивалась рабочая шлюпка. Под главной палубой на платформе находились столовые и жилые помещения курсантов, хозяйственные кладовые. Корпус судна разделялся на семь водонепроницаемых отсеков многослойными деревянными переборками, машинное отделение обшивалось оцинкованной жстью на асбесте.

К числу недостатков проекта следует отнести явную перенаселённость помещений, неудовлетворительные условия обитаемости. Верхняя палуба представляется чрезмерно загромождённой крупногабаритными рубками, спасательными устройствами, сходными тамбурами, световыми люками. Тем не менее общее впечатление несомненно положительное: суда на практике продемонстрировали свою надёжность.

В послевоенное время эти учебные шхуны и баркентины перевезли немало необходимы* для страны грузов, преодолев тысячи миль или обеспечивали морскую практику курсантов, ныне прославленных капитанов различных судов ММФ и МРХ СССР. Многие из них постигали азы морской профессии у таких капитанов, как А. А. Аристов, О. К. Будников, В. С. Букарин, В. Я. Крикленко, А. Э. Рауде, Ф. А. Самойлов, В. А. Толмасов, А. А. Чечулин, Л. А Шарборонов, И. Г. Шнейдер и других. География использования этих судов весьма широка- моря Севера, Черноморско-Азовский бассейн, Дальний Восток и больше всего – Балтика. Они плавали с курсантами на борту не только в



пределах своих морей, но и выходили в океан. В 1954 г. «Альфа», например, совершила переход с Балтики в Азовское море. В 1967 г. баркентина «Кропоткин» ходила в учебное плавание из Ленинграда в Мурманск и обратно, а в 1970 г. она под командованием В. Я. Крикленко совершила длительное плавание из Ленинграда вокруг Европы. По пути «Кропоткин» заходил в порты Англии, Франции, посетил множество портов Средиземноморья, после прибыл в Севастополь. В 1961 г. группа этих учебно-парусных судов под командованием В. В. Чудова совершила групповое плавание из Калининграда в Атлантический океан вокруг Азорских островов.

«Тропик»

8 мая 1947 года на судостроительной верфи «Laivateollisuus AB (LATE)», Pansio, Abo/Turku (Финляндия) было заложено учебное судно - баркентина, получившая название «Тропик»(строительный № 8/S32). 31 августа 1948 года судно спустили на воду и 14 декабря 1948 года баркентину передали в счет военных репараций Советскому Союзу. ГТХ по аналогии головного судна, но длина 44,0 м. «Тропик», служил в составе учебного флота МРХ.

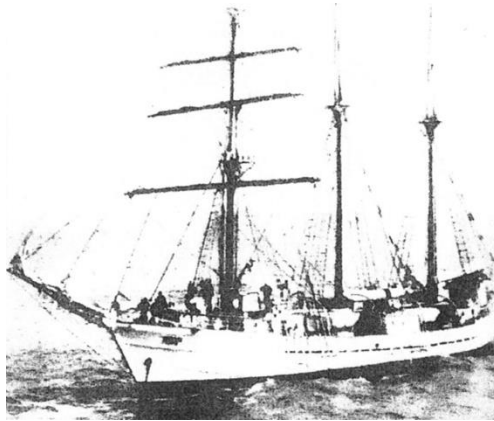


Рисунок 21. Баркентина «Тропик»

С 1954 года учебная баркентина, числилась в составе Балтийского отряда учебных судов Министерства рыбного хозяйства СССР. Порт приписки Калининград (М-165 77), а позже Рига. Списана в 1966 году.

«Иван месяцев»

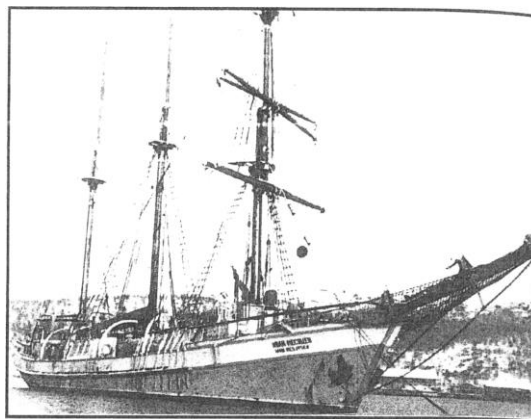


Рисунок 22. Баркентина «Иван Месяцев»



14 сентября 1949 года на судостроительной верфи «Laivateollisuus AB (LATE)», Pansio, Abo/Turku (Финляндия) было заложено учебное судно – баркентина, получившая название «Иван месяцев» (строительный № 32/S57). 18 сентября 1950 года судно спустили на воду и 14 декабря 1950 года баркентину передали в счет военных репараций Советскому Союзу. ТТХ по аналогии головного судна, но длина 44,0 м. Она стала служить в составе МРХ.

1 апреля 1952 года принята на баланс Архангельского тралового флота от Таллиннского рыбного порта Эстонской ССР. Вначале июня 1952 года шхуна с группой новых траулеров и сейнеров, предназначенных к переходу на Дальний Восток по Северному морскому пути, вышли из Калининграда в Мурманск, пройдя 8-9 июня Берген. По акту от 9 февраля 1955 года шхуна «Иван месяцев» была передана на баланс Мурманского тралового флота и включена в отряд учебных судов для парусной практики курсантов мореходных училищ, в основном, после окончания первых курсов.

В апреле 1967 года вошла в Северный отряд учебных судов. Порт приписки Мурманск (М-16706). Списана в 1972 году. Списанный деревянный корпус судна отбуксировали к отмели западного берега Кольского залива на мыс Притыка, где он долгие годы лежит на борту, заносимый песком и илом.

«Георгий Ратманов»

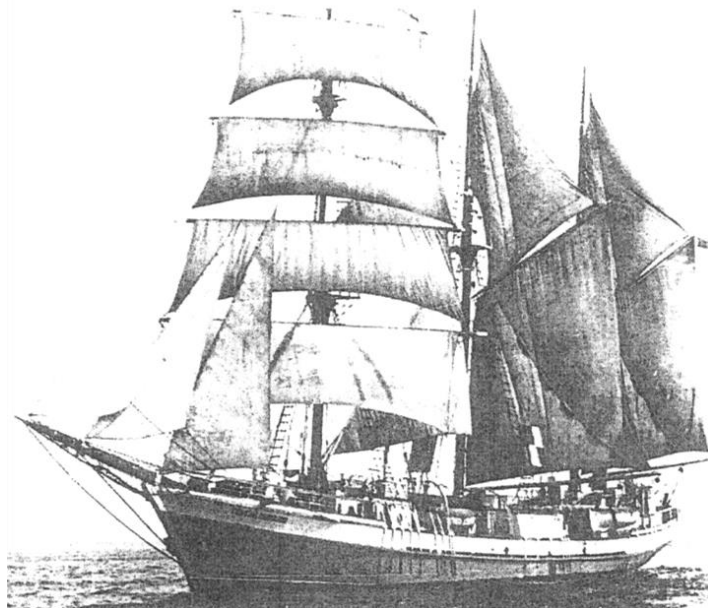


Рисунок 23. Баркентина «Георгий Ратманов»

22 апреля 1950 года на судостроительной верфи «Laivateollisuus AB (LATE)», Pansio, Abo/Turku (Финляндия) было заложено учебное судно - баркентина, получившая название «Георгий Ратманов» (строительный № 34/S58). 21 октября 1950 года судно спустили на воду и 28 декабря 1950 года баркентину передали в счет военных репараций Советскому Союзу, по аналогии головного судна, но длина 44,0 м.

«Георгий Ратманов», служил в составе учебного флота МРХ. Экипаж 21 человек и 64 курсанта. 25 мая 1953 года при Мурманском мореходном училище



был сформирован отряд учебных судов (ОУС). На первых порах в состав отряда вошли трофейный немецкий траулер довоенной постройки «Краб», и баркентина «Георгий Ратманов». Несколько позже в состав ОУС была включена баркентина «Иван Месяцев». Порт приписки Мурманск (М-16707). Списали «Георгия Ратманова» 31 октября 1972 года.

«Кропоткин»

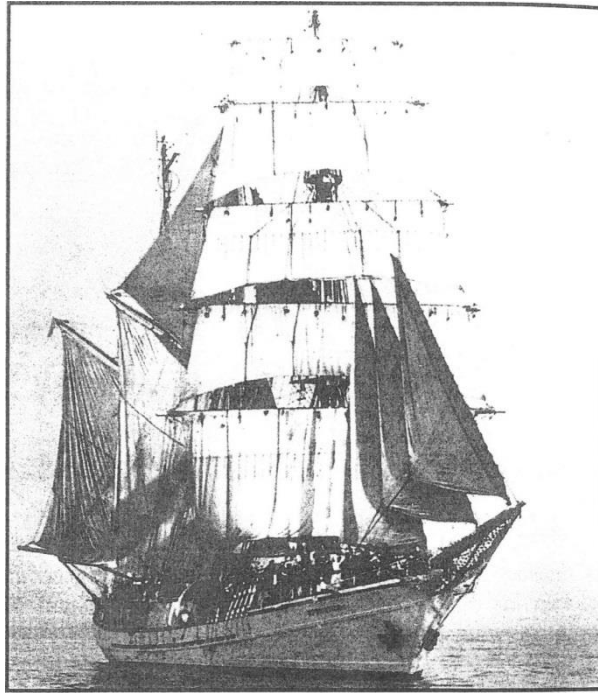


Рисунок 24. Баркентина «Кропоткин»

21 августа 1950 года на судостроительной верфи «Laivateollisuus AB (LATE)», Pansio, Abo/Turku (Финляндия) было заложено учебное судно – баркентина, получившая название «Кропоткин» (строительный № 41/S82). 4 сентября 1951 года судно спустили на воду и 23 октября 1951 года баркентину передали в счет военных репараций Советскому Союзу. ТТХ по аналогии головного судна. «Кропоткин», служил в составе учебного флота ВМА. Порт приписки Ленинград (М-16743). 3 1967 году баркентина осуществила учебное плавание из Ленинграда в Мурманск и обратно. Уже в 1970 году это же парусное судно под командованием капитана В. Я. Крикленко с курсантами на борту совершило длительное плавание вокруг Европы. Выйдя из Санкт-Петербурга, баркентина произвела заходы в порты Англии, Франции, посетила множество портов Средиземного моря и прибыла в Севастополь. В 1973 году корабль списали.

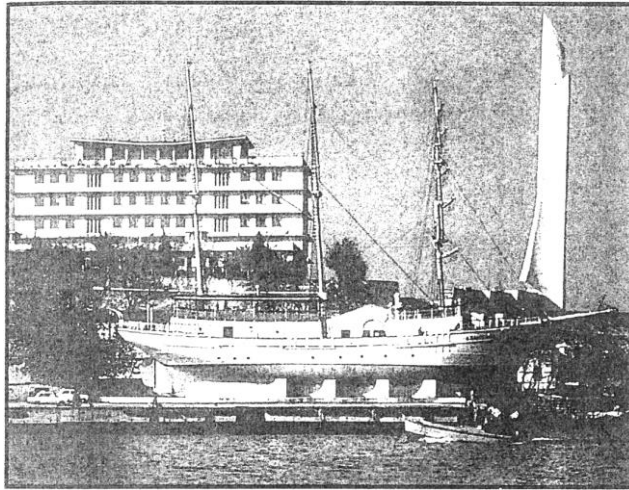


Рисунок 25. Ресторан «Баркентина» в Севастополе

Долгое время шхуна стояла брошенная в районе Инкерман-2. Впоследствии было принято решение отремонтировать ее силами Севастопольского Морского Завода им. Орджоникидзе. В итоге баркентина была установлена в Севастополе как памятник паруснику.

Деревянные фрахтовые шхуны типа «Спрут». Поставлено 30 судов.
«Спрут»

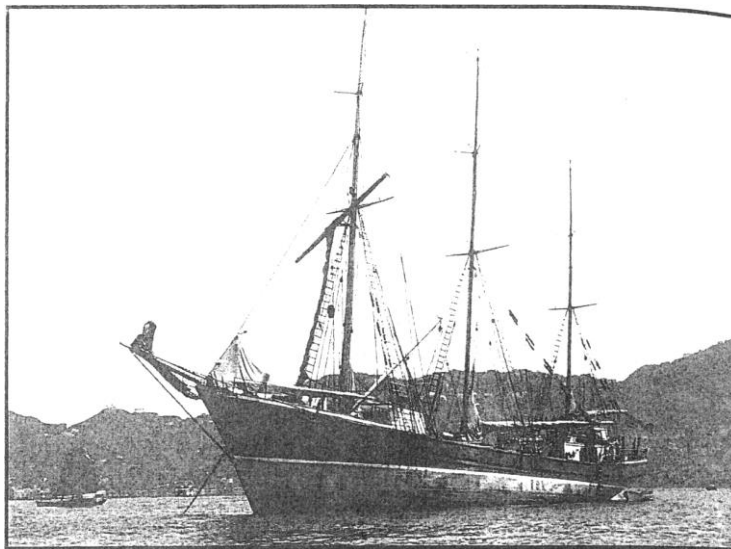


Рисунок 26. Шхуна «Спрут»

На судостроительной верфи «Laivateollisuus AB (LATE)», Pansio, Abo/Turku (Финляндия) ПОМИМО строительства учебных судов - баркентин, с 3 ноября 1947 года заложили головную фрахтовую шхуну получившую название «Спрут» (строительный № 9/S35). 3 ноября 1948 года судно спустили на воду и 20 января 1949 года шхуну передали в счет военных репараций Советскому Союзу. Однопалубная трехмачтовая шхуна имела бермудское вооружение. Длина с бушпритом для грузовой шхуны 49,25 / 51.70 м. Длина по палубе - 43,57 м. Длина по КВЛ 39,00 м. Ширина 8,75 / 9,10 м. Высота борта (от ОЛ) 3,90 м.



Осадка (корма/нос) 3,60 / 3,45 м. Водоизмещение 626 т. Грузовместимость 300 т. Дедвейт 312,4 т. Вместимость 332 брт.

«Амбра»

На судостроительной верфи «Laivateollisuus AB (LATE)», Pansio, Abo/Turku (Финляндия) 16 сентября 1948 года заложили фрахтовую шхуну получившую название «амбра» (строитель- № 16/S43). 21 апреля 1949 года судно спустили на воду и 15 августа 1949 года шхуну передали в счет военных репараций Советскому Союзу. ТТХ по аналогии головного судна. Однопалубная трехмачтовая шхуна имела бермудское вооружение. Осенью 1949 года в соответствии с распоряжениями начальника Главного штаба ВМФ и командующего Балтийского флота «Амбра» передали Рижскому нахимовскому военно-морскому училищу- Циркуляром НГШ ВМФ шхуна «Амбра» была переименована в учебно-парусное судно (УПС) «Лавена», на котором нахимовцам старших классов уже в следующем 1950 году предстояло проходить летнюю практику. Два грузовых трюма переоборудовали под кубрики.

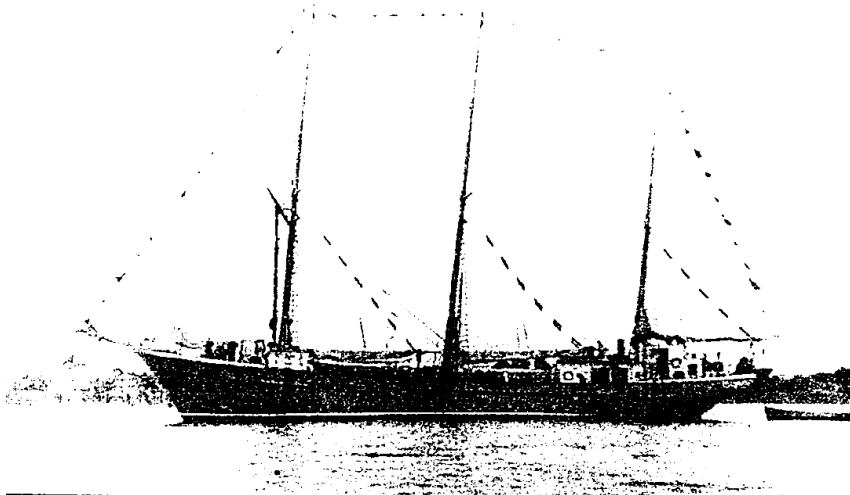


Рисунок 27. Учебное судно «Нахимовец»

4 ноября 1950 года шхуну переименовали, дав название «Нахимовец». В октябре 1953 года её закрепили за РВВМУ для проведения морской практики с курсантами. Судно имело три мачты высотой более 30-ти метров. Фок-мачта несла прямоугольный парус, остальные мачты были вооружены косыми парусами.

На судостроительной верфи «Laivateollisuus AB (LATE)», Pansio, Abo/Turku (Финляндия) 6 ноября 1948 года заложили фрахтовую шхуну получившую название «Сардина» (строительный ВР № 17/S47). 16 мая 1949 года судно спустили на воду и 26 ноября 1949 года шхуну передали в счет военных репараций Советскому Союзу. Приказом ММФ за № 556 от 25 октября 1949 года ПМШ (строительный № 17) приказывалось передать на баланс ЭГМП присвоив её наименование «Запад». ТТХ по аналогии головного судна. Однопалубная трехмачтовая шхуна имела бермудское вооружение. Шхуна имела два грузовых трюма, расположенных в носовой и средней части судна. Главный двигатель



трехцилиндровый «Юнс - Мункель» мощностью 225 л/сил и вспомогательный двигатель «Викстерм - Листер». В ЭГМП шхуна эксплуатировалась как транспортное судно. Короткое время была учебным судном Таллиннского мореходного училища. В 1950 году в аренде СГМП с 11 ноября по 9 декабря, шхуна прошла 2763 мили, перевезла 407 т груза. Работала на несрочной Мурманской линии, совершив один рейс и перевезя 300 т груза. Выполнила рейс Континент – Мурманск.

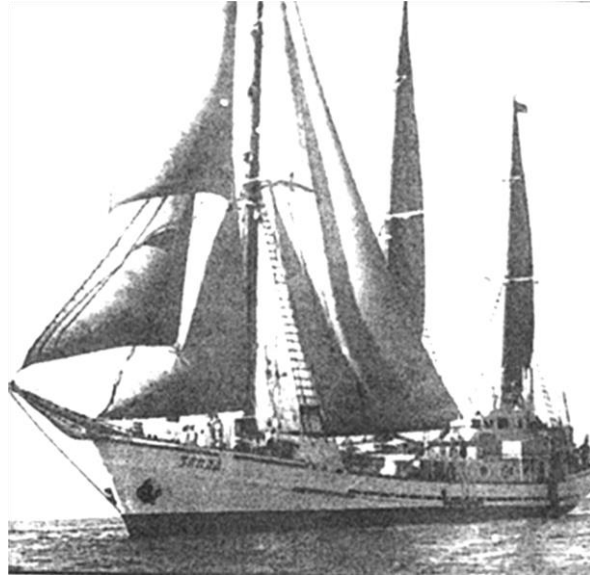


Рисунок 28. Шхуна «Запад»

В 1951 году шхуну «Запад» передали СГМП. Порт приписки Архангельск (М-16621). По проекту 1951 года судно было переоборудовано в моторно-парусную шхуну IX категории для перевозки пассажиров и груза на линии Умба - Кандалакша, при длительности рейса не более шести часов в светлое время суток, с числом пассажирских мест: 4 каютных, 34 общих спальных, 9 сидячих. и 150 тонн груза в носовом трюме. Для спуска в пассажирское помещение устанавливался трап с правого борта судна. Переоборудование было вызвано недостатком судов в пароходстве. Однако приказом ММФ за № 26 от 19 января 1952 года для обеспечения проведения плавательной практики судоводителей первого курса мореходных училищ, шхуну передали с баланса СГМП на баланс Архангельского мореходного училища. Приказом СГМП за № 168 от 23 марта 1952 года её передали 21 марта 1952 года.

После передачи шхуны на судоремонтном заводе «Красная Кузница» было произведено переоборудование шхуны под учебное судно. Вместо грузовых трюмов сделали кубрик для курсантов на 50 мест с двухъярусными койками. В надстройке на главной палубе располагались салон, каюта капитана, каюта старшего механика, радиорубка, каюты комсостава, кладовые.

Архангельск

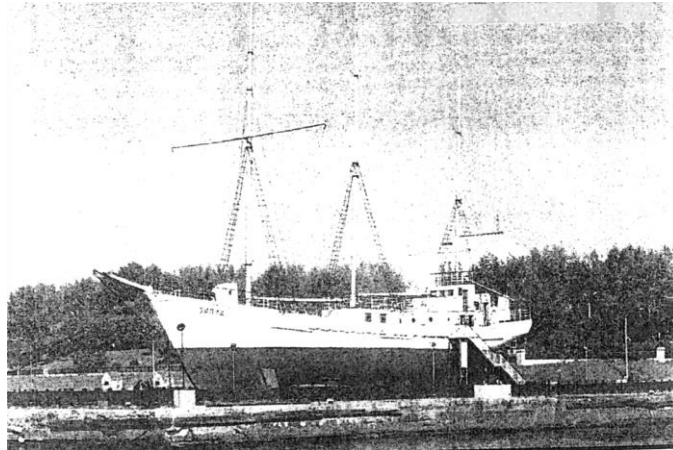


Рисунок 29. Шхуна «Запад», филиал Северного государственного Морского музея

Открытка

Активная морская служба деревянных судов весьма непродолжительна - в среднем 15 лет, но и за это время можно сделать многое. Как грузовые и особенно учебные шхуны и баркентины с лихвой оправдали возлагавшиеся на них надежды; некоторые из них («Кропоткин», «Вега II», «Кодор») оказались намного долговечнее - каждое судно надежно послужило людям почти по три десятилетия, оставив о себе добрую память.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лухманов Д. А. Вооружение парусно-моторных судов. – М.: Судпромгиз, 1943.
2. Митрофанов В. П. Митрофанов П. С. Школы под парусами. – Л.: Судостроение, 1989.
3. Терентьев Г. Б. Морские деревянные суда. – Л.: Судпромгиз, 1961.



STUDY OF A MINIMALLY EXCESSIVE COPLANARY CONTROL STRUCTURE WITH TWO AZIMUT CONTROL DEVICES

Zinchenko S.M.

Kherson State Maritime Academy
(Kherson, Ukraine)

Introduction. Large number of vessels such as Oil and Gas Platform Supply / Support Vessels (PSV), Offshore Supply / Support Vessels (OSV), Diving Support Vessels (DSV), Remote Controlled Vessels (RSV), Rigging Vessels, Storage Vessels, Cable Layers and cable repair vessels, pipelayers, dredgers, floating cranes, semi-submersible heavy-lift vessels, mobile offshore drilling rigs, shuttle tankers, floating production, storage and unloading units, passenger and naval ships are equipped with redundant control structures, including several azimuth control devices (ACDs), bow and stern thrusters. Control redundancy is traditionally used to improve the reliability and maneuverability of the vessel. At the same time, the presence of redundancy also makes it possible to organize control in such a way as to minimize the selected control quality functional. This article examines the control structure with two stern ACDs, without bow and stern thrusters [1]. This structure is minimally redundant, since four controls $P_1, P_2, \alpha_1, \alpha_2$ (two screw thrust forces and two ACDs rotation angles) provide control over three degrees of freedom (longitudinal movement, lateral movement and rotational movement in the yaw channel). A minimally redundant coplanar structure with two stern ACDs is standard for many vessels, in addition, structures with additionally installed thrusters can be reduced to it after the latter fails. The minimally redundant coplanar structure of the two stern ACDs is also interesting because this is the last frontier when three-dimensional controllability of the vessel is ensured. The issues of redundant control were previously considered, for example, in works [2] - [4] and others.

The relevance of research. Taking into account the above, the development of an automatic control system for the movement of a vessel with a minimally redundant coplanar structure of 2 stern ACDs is an urgent scientific and technical task.

Formulation of the problem. For vessels with a minimally redundant coplanar structure of 2 stern ACDs, it is required to develop structure control algorithms that ensure three-dimensional control of the vessel, subject to minimization of energy costs for control.

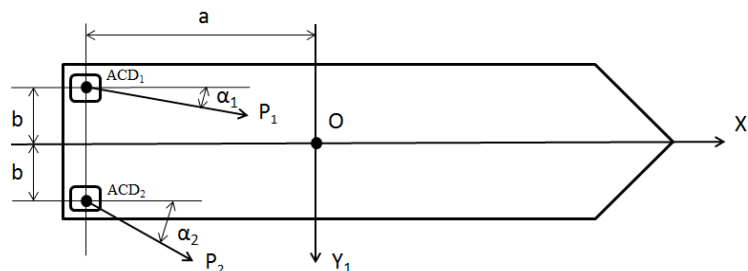


Figure 1. Control scheme for the minimum redundant structure of 2 stern ACDs



Research results. Fig. 1 shows the control scheme for the minimum redundant structure of 2 stern ACDs.

The equations of forces and moment in projections on the axis of the associated coordinate system $X_1Y_1Z_1$, created by the structure under consideration, are given below.

$$P_x = P_1 \cos \alpha_1 + P_2 \cos \alpha_2, \quad (1)$$

$$P_y = P_1 \sin \alpha_1 + P_2 \sin \alpha_2, \quad (2)$$

$$M_z = P_1 b \cos \alpha_1 - P_2 b \cos \alpha_2 - P_1 a \sin \alpha_1 - P_2 a \sin \alpha_2. \quad (3)$$

Figure 2 shows the surface $P_x = f_x(P_1^*, P_2^*, \alpha_1, \alpha_2)$

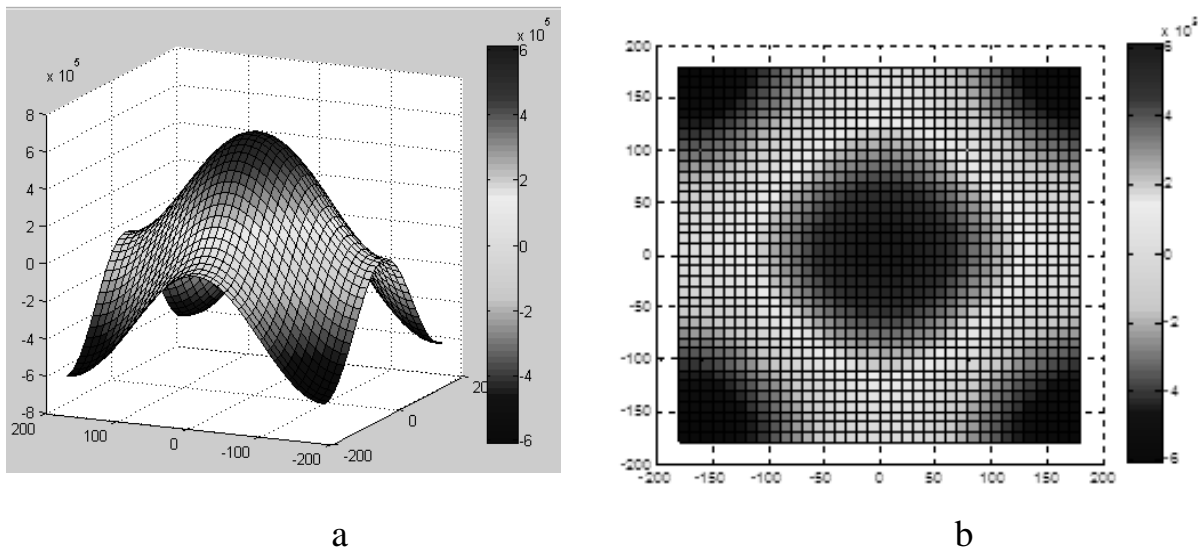


Figure 2. Surface $P_x = f_x(P_1^*, P_2^*, \alpha_1, \alpha_2)$

Figure 3 shows the surface $P_y = f_y(P_1^*, P_2^*, \alpha_1, \alpha_2)$

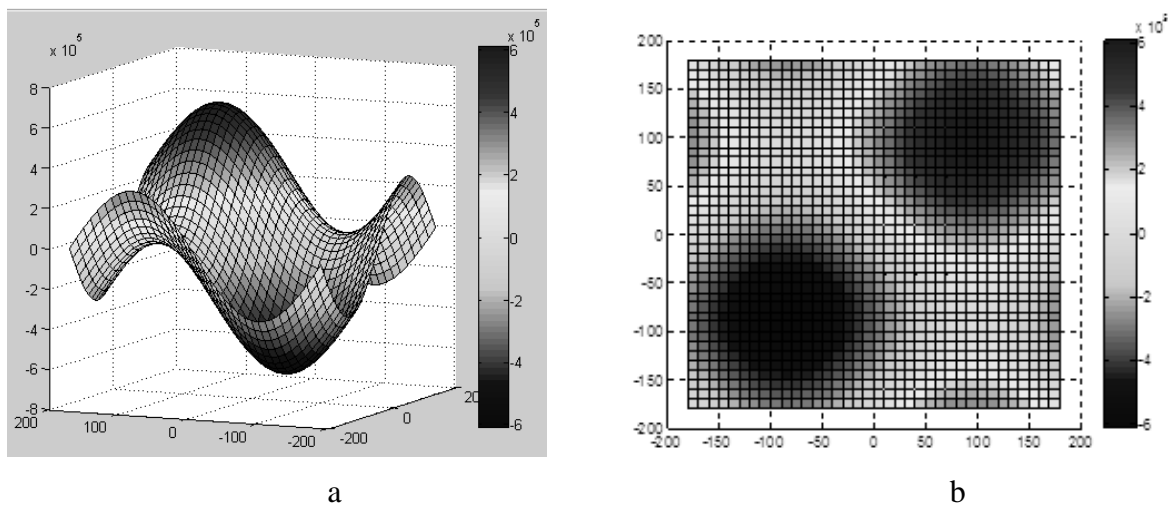


Figure 3. Surface $P_y = f_y(P_1^*, P_2^*, \alpha_1, \alpha_2)$



Figure 4 shows the surface $M_z = f_z(P_1^*, P_2^*, \alpha_1, \alpha_2)$

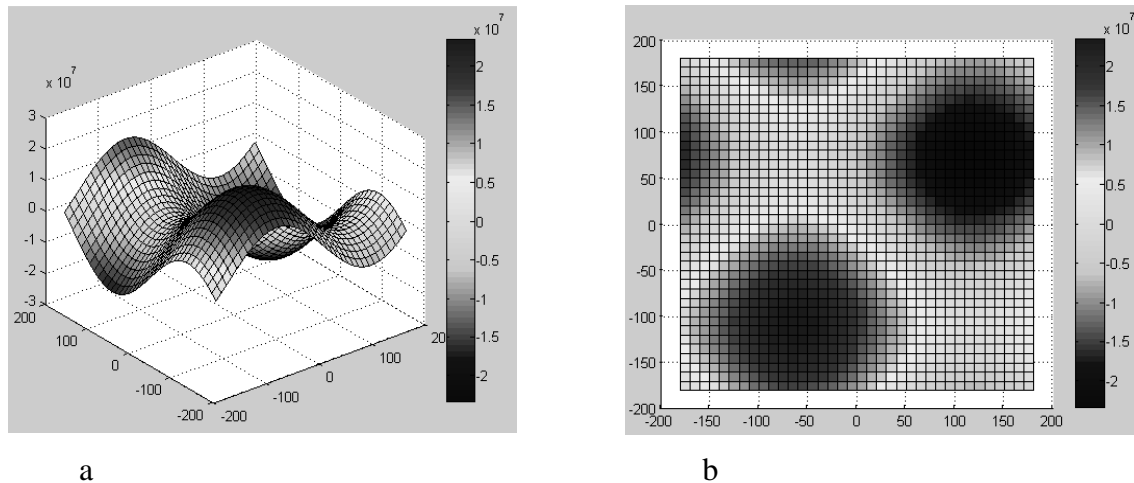


Figure 4. Surface $M_z = f_z(P_1^*, P_2^*, \alpha_1, \alpha_2)$

As can be seen from Fig. 2 - Fig. 4, surfaces $P_x = f_x(P_1^*, P_2^*, \alpha_1, \alpha_2)$, $P_y = f_y(P_1^*, P_2^*, \alpha_1, \alpha_2)$ and $M_z = f_z(P_1^*, P_2^*, \alpha_1, \alpha_2)$ are smooth.

Finding optimal control. Let us introduce the criterion of control quality

$$F(P_1, P_2) = P_1^2 + P_2^2 \tag{4}$$

and determine its smallest value under constraints (1) - (3). This will allow minimizing energy costs for control while solving the main functional problem. Control quality criterion (4) and constraints (1) - (3) are nonlinear functions of their variables. Considering also that functions (1) - (3) are smooth, in the MATLAB Optimization Tool we choose the fmincon - constrained nonlinear minimization solver and the interior point algorithm [5]. The results of the search for optimal controls for a set of external influences are presented in Table 1.

Table 1.

Optimal controls for a set of external influences

External influence vector	P_1	P_2	α_1	α_2	$F = P_1^2 + P_2^2$
[0,0,0]	0	0	0,99	0,99	0
[1,0,0]	0,5	0,5	0	0	0,5
[0,1,0]	3,709	-3,571	0,273	0	26,51
[0,0,1]	0,071	-0,071	0,006	0,006	0,0102
[1,1,0]	4,192	-3,071	0,241	0	27,01
[0,1,1]	3,778	-3,643	0,268	0	27,54
[1,0,1]	0,571	-0,429	0,001	3,141	0,51
[1,1,1]	4,262	-3,143	0,237	0	28,04
[-1,0,0]	-0,5	0,5	0,001	3,141	0,5
[0,-1,0]	-3,709	3,571	0,273	0	26,51
[0,0,-1]	-0,071	0,071	0,006	0,006	0,0102



Let us compare the obtained optimal controls with several particular redundancy resolution schemes. Redundancy resolution schemes are obtained by imposing additional restrictions on system (1) - (3).

Redundancy Resolution Scheme $\alpha_1 = -\alpha_2$. Substituting the constraint $\alpha_1 = -\alpha_2$ into system (1) - (3), we obtain analytical expressions for determining controls.

$$\alpha_1 = \arctg\left(\frac{P_y b}{M_z + P_y a}\right), \quad (5)$$

$$\alpha_2 = -\alpha_1, \quad (6)$$

$$P_1 = \frac{1}{2} \left(\frac{P_x}{\cos \alpha_1} + \frac{P_y}{\sin \alpha_1} \right), \quad (7)$$

$$P_2 = \frac{1}{2} \left(\frac{P_x}{\cos \alpha_1} - \frac{P_y}{\sin \alpha_1} \right). \quad (8)$$

The controls for the redundancy resolution scheme $\alpha_1 = -\alpha_2$ are presented in Table 2.

Table 2.

Controls for the redundancy resolution scheme $\alpha_1 = -\alpha_2$

External influence vector	P_1	P_2	α_1	α_2	$F = P_1^2 + P_2^2$
[0,0,0]	0,211	-0,210	0,136	-0,136	0,088
[1,0,0]	0,508	0,501	0,136	-0,136	0,509
[0,1,0]	3,607	-3,606	0,139	-0,139	26,011
[0,0,1]	0,076	-0,075	0,007	-0,007	0,011
[1,1,0]	4,111	-3,101	0,139	-0,139	26,521
[0,1,1]	3,678	-3,677	0,136	-0,136	27,041
[1,0,1]	0,575	0,425	0,007	-0,007	0,511
[1,1,1]	4,182	-3,172	0,136	-0,136	27,55
[-1,0,0]	-0,501	-0,508	0,136	-0,136	0,509
[0,-1,0]	-3,606	3,607	0,139	-0,139	26,009
[0,0,-1]	-0,067	0,068	-0,007	0,007	0,009

Redundancy Resolution Scheme $\alpha_1 = \alpha_2$. Substituting the constraint $\alpha_1 = \alpha_2$ into system (1) - (3), we obtain analytical expressions for determining controls.

$$\alpha_1 = \arctg\left(\frac{P_y}{P_x}\right), \quad (9)$$

$$\alpha_2 = \alpha_1, \quad (10)$$

$$P_1 = \frac{P_x b + P_y a + M_z}{2b \cos \alpha_1}, \quad (11)$$

$$P_2 = \frac{P_x b - P_y a - M_z}{2b \cos \alpha_1}. \quad (12)$$

The controls for the redundancy resolution scheme $\alpha_1 = \alpha_2$ are presented in Table 3.



Table 3.

Controls for the redundancy resolution scheme $\alpha_1 = \alpha_2$

External influence vector	P_1	P_2	α_1	α_2	$F = P_1^2 + P_2^2$
[0,0,0]	0,006	-0,004	0,785	0,785	0
[1,0,0]	0,504	0,496	0,001	0,001	0,5
[0,1,0]	3572,002	-3571,002	1,57	1,57	25511250,511
[0,0,1]	0,107	-0,105	0,785	0,785	0,023
[1,1,0]	5,758	-4,344	0,785	0,785	52,022
[0,1,1]	3643,359	-3643,359	1,57	1,57	26540843,367
[1,0,1]	0,575	0,425	0,001	0,001	0,511
[1,1,1]	5,859	-4,445	0,785	0,785	54,082
[-1,0,0]	-0,496	-0,504	-0,001	-0,001	0,5
[0,-1,0]	-3570,859	3571,859	-1,57	-1,57	25509209,693
[0,0,-1]	-0,095	0,097	0,785	0,785	0,018

Redundancy Resolution Scheme $\alpha_1 = 0$. Substituting the constraint $\alpha_1 = 0$ into system (1) - (3), we obtain analytical expressions for determining controls.

$$P_1 = \frac{P_x b + P_y a + M_z}{2b}, \quad (13)$$

$$\alpha_1 = 0, \quad (14)$$

$$\alpha_2 = \arctg\left(\frac{P_y}{P_x - P_1}\right), \quad (15)$$

$$P_2 = \frac{P_y}{\sin \alpha_2}, \quad (16)$$

The controls for the redundancy resolution scheme $\alpha_1 = 0$ are presented in Table 4.

Table 4.

Controls for the redundancy resolution scheme $\alpha_1 = 0$

External influence vector	P_1	P_2	α_1	α_2	$F = P_1^2 + P_2^2$
[0,0,0]	0,004	-0,003	0	-0,308	0
[1,0,0]	0,504	0,496	0	0,002	0,5
[0,1,0]	3,572	-3,708	0	-0,273	26,511
[0,0,1]	0,076	-0,075	0	-0,013	0,011
[1,1,0]	4,072	-3,23	0	-0,315	27,011
[0,1,1]	3,643	-3,777	0	-0,268	27,541
[1,0,1]	0,575	0,425	0	0,002	0,511
[1,1,1]	4,143	-3,298	0	-0,308	28,041
[-1,0,0]	-0,496	-0,504	0	-0,002	0,5
[0,-1,0]	-3,571	3,709	0	-0,273	26,509
[0,0,-1]	-0,067	0,068	0	0,015	0,009



As follows from the results obtained, the redundancy resolution scheme $\alpha_1 = \alpha_2$ is not suitable for control in the presence of the lateral component of the disturbance, and also strongly differs from the optimal one in the presence of a disturbing moment in the yaw channel. The redundancy resolution scheme $\alpha_1 = -\alpha_2$ differs by no more than 2% from the optimal one for all considered disturbances, except for the case of pure disturbance in the yaw channel, where the maximum deviation is up to 10%. The redundancy resolution scheme $\alpha_1 = 0$ differs by no more than 0.23% from the optimal one for all considered disturbances, except for the case of pure disturbance in the yaw channel, where the maximum deviation is up to 11.6%.

Conclusions. The work has solved the following tasks:

- control surfaces are constructed $P_x = f_x(P_1^*, P_2^*, \alpha_1, \alpha_2)$, $P_y = f_y(P_1^*, P_2^*, \alpha_1, \alpha_2)$, $M_z = f_z(P_1^*, P_2^*, \alpha_1, \alpha_2)$, it was concluded that these surfaces are smooth;
- using the `fmincon` – constrained nonlinear minimization solver and the interior point algorithm of MATLAB Optimization Tool, optimal controls are obtained for the minimally redundant ACD structure that minimizes the power consumption for control;
- the considered criterion of minimum power consumption and the algorithms obtained on its basis can also be used to adjust the redundant structure that best counteracts external disturbances, which can be used to reduce the dynamic component of the positioning error;
- considered redundancy resolution schemes $\alpha_1 = -\alpha_2$, $\alpha_1 = \alpha_2$, $\alpha_1 = 0$, allowing to obtain analytical expressions for splitting controls;
- it is shown that the redundancy resolution scheme $\alpha_1 = \alpha_2$ is not suitable for control in the presence of the lateral component of the disturbance, and also strongly differs from the optimal one in the presence of a disturbing moment in the yaw channel;
- the redundancy resolution scheme $\alpha_1 = -\alpha_2$ differs by no more than 2% from the optimal one for all considered disturbances, except for the case of pure disturbance in the yaw channel, where the maximum deviation is up to 10%;
- the redundancy resolution scheme $\alpha_1 = 0$ best matches the optimal control scheme, differs from it by no more than 0.23% for all considered disturbances, except for the case of pure disturbance in the yaw channel, where the maximum deviation is up to 11.6%.

REFERENCES

1. Piloting Vessels Fitted With Azimuthing Control Devices (ACD's). United Kingdom Maritime Pilot's Association (UKMPA Transport House London)
2. Tarun, K.P. & Nilanjan, S. (2001). Fault – tolerant control of an autonomous underwater vehicle under truster redundancy. *Robotics and Autonomous Systems*, no 34(1), pp. 39 – 52.



3. Lebedev, D.V. (2008). Momentum unloading excessive reaction-wheel system of a spacecraft. *Journal of Computer and Systems Sciences International*, no 47(4), pp. 613 – 620.

4. Wenxiang, G., Qing, T., Jin, Y. & Yaru, Y. (2020). Automatic motion planning for complex welding problems by considering angular redundancy. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, no 62. DOI: 10.1016/j.rcim.2019.101862

5. Function list of Optimization Toolbox. Exhibitor. <https://hub.exponenta.ru/post/spisok-funktsiy-optimization->.



INCREASING THE ACCURACY AND RELIABILITY OF A DYNAMIC POSITIONING LASER SYSTEM

Zinchenko S.N., Moiseenko V.S.
Kherson State Maritime Academy
(Kherson, Ukraine)

Introduction. Large number of vessels such as Oil and Gas Platform Supply / Support Vessels (PSV), Offshore Supply / Support Vessels (OSV), Diving Support Vessels (DSV), Remote Controlled Vessels (RSV), Rigging Vessels, Storage Vessels, Cable Layers and cable repair vessels, pipe layers, dredgers, floating cranes, semi-submersible heavy-lift vessels, mobile offshore drilling rigs, shuttle tankers, floating mining, storage and unloading units, passenger and military ships use a dynamic positioning system to maintain a given position of the vessel with great precision. The DGPS satellite navigation system and laser optical system are used as meters for such systems [1] – [5]. The satellite navigation system has a root-mean-square error of position measurement $\sigma = \pm 3\text{m}$. A laser optical system is used for high positioning accuracy [6] – [7]. The laser unit rotates around the vertical axis, emitting a beam with an opening angle of 12° at an angle θ^* to the horizon, which is reflected from reflectors, installed on objects around the vessel, and returns back to the unit. The angle of the position of the laser unit and the delay time of the beam are used to determine the bearing and distance to the reflectors [8]. The root-mean-square error of bearing measurement is $\sigma = \pm 0.5^\circ$, and range $\sigma = \pm 0.5\text{m}$. The disadvantage of the laser optical system is the degradation and even loss of the signal during strong roll and pitching, which, due to the specifics of the vessels on which this system is installed, can lead to unpleasant consequences, environmental disaster and even human casualties. The authors carried out a full-scale experiment onboard the ESNAAD 225 vessel, which confirms the degradation of quality and loss of the signal during a strong roll. The result of the experiment is shown in Fig. 1.

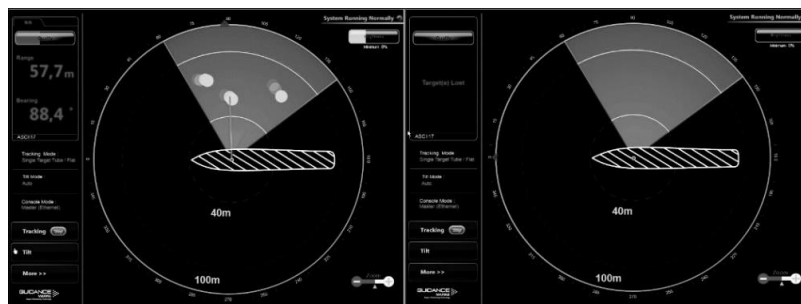


Figure 1. Screen of the CyScan laser system

The relevance of research. As follows from the above, improving the accuracy and reliability of a laser optical dynamic positioning system under conditions of strong pitching and rolling is an urgent scientific and technical problem.

Formulation of the problem. It is required to improve the accuracy and reliability of the laser optical system under conditions of strong pitching and rolling by



continuously measuring the angular position of the vessel relative to the reflector and taking into account the measured angular position to aim the optical axis of the laser unit to the center of the reflector.

Results of researches. Fig. 2 shows a diagram of aiming the laser unit at the center of the reflector.

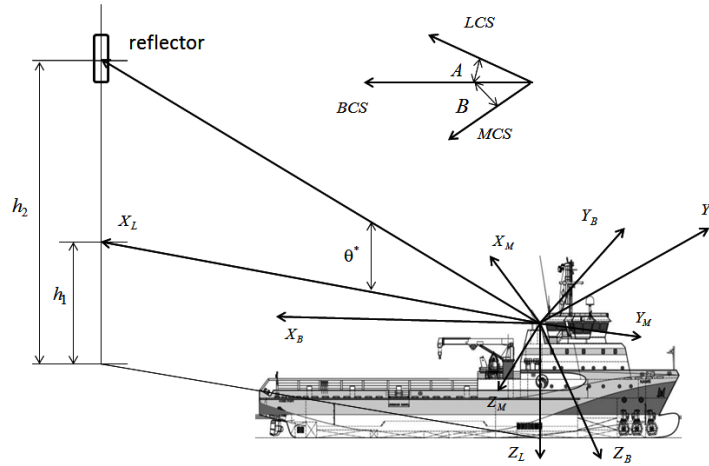


Figure 2. Scheme of aiming the laser unit at the center of the reflector

The coordinate system $X_L Y_L Z_L$ (LCS) is located in the center of the laser unit and is linked to the reflector. The axis X_L lies in the horizontal plane and is directed towards the reflector. The axis Y_L is perpendicular to the axis X_L , lies in the horizontal plane and is directed to the right. The axis Z_L complements the system $X_L Y_L Z_L$ to the "right" one. The coordinate system $X_B Y_B Z_B$ (BCS) is located at the center of the laser unit and is linked to the vessel. The axis X_B lies in the center plane of the vessel parallel to the deck and is directed towards the stern, the axis Y_B is perpendicular to the axis X_B and directed to the right. The axis Z_B complements the system $X_B Y_B Z_B$ to the "right" one. The coordinate system $X_M Y_M Z_M$ (MCS) is located at the center of the laser unit and is linked to the laser unit. The axis X_M is directed along the optical axis of the laser unit towards the radiation. The axis Y_M is perpendicular to the axis X_M , parallel to the deck of the vessel and directed to the right. The axis Z_M complements the system $X_M Y_M Z_M$ to the "right" one. The schematically described coordinate systems are shown in Fig. 2. Table 1 shows the direction cosines of the transition between LCS and BCS.

Table 1.

Transition matrix A between LCS and BCS

A	X_L	Y_L	Z_L
X_B	$\cos \theta \cos \psi$	$\cos \theta \sin \psi$	$-\sin \theta$
Y_B	$\sin \varphi \sin \theta \cos \psi -$ $\cos \varphi \sin \psi$	$\sin \varphi \sin \theta \sin \psi +$ $\cos \varphi \cos \psi$	$\sin \varphi \cos \theta$
Z_B	$\sin \varphi \sin \psi +$ $\cos \varphi \sin \theta \cos \psi$	$\cos \varphi \sin \theta \sin \psi -$ $\sin \varphi \cos \psi$	$\cos \varphi \cos \theta$



where φ is the roll angle, ψ is yaw angle relative to the direction to the reflector, θ is the pitch angle of the vessel.

Table 2 shows the transition matrix B between BCS and MCS

Table 2.

The transition matrix B between BCS and MCS

B	X_B	Y_B	Z_B
X_M	$\cos \theta_m \cos \psi_m$	$\cos \theta_m \sin \psi_m$	$-\sin \theta_m$
Y_M	$-\sin \psi_m$	$\cos \psi_m$	0
Z_M	$\sin \theta_m \cos \psi_m$	$\sin \theta_m \sin \psi_m$	$\cos \theta_m$

where ψ_m, θ_m are the angles that determine the position of the optical axis in BCS.

The unit vector specifying the direction to the center of the reflector in the LCS coordinate system has the form (see Fig. 2).

$$\mathbf{e}^{LCS} = (\cos \theta^*, 0, -\sin \theta^*),$$

$$\theta^* = \arcsin\left(\frac{h_2 - h_1}{D_m}\right),$$

where h_1, h_2 is the height of the laser unit and the center of the reflector at sea level, D_m is the measured distance from the laser unit to the center of the reflector.

The unit vector specifying the direction to the center of the reflector, in the BCS coordinate system, has the form

$$\begin{aligned} e_x^{BCS} &= \cos \theta^* \cos \theta \cos \psi + \sin \theta^* \sin \theta, \\ e_y^{BCS} &= \cos \theta^* (\sin \varphi \sin \theta \cos \psi - \cos \varphi \sin \psi) - \sin \theta^* (\sin \varphi \cos \theta), \\ e_z^{BCS} &= \cos \theta^* (\sin \varphi \sin \psi + \cos \varphi \sin \theta \cos \psi) - \sin \theta^* (\cos \varphi \cos \theta). \end{aligned} \quad (1)$$

The unit vector specifying the direction of the optical axis in the MCS coordinate system has the form

$$\mathbf{e}^{MCS} = (1, 0, 0).$$

The unit vector specifying the direction of the optical axis, in the BCS coordinate system, has the form

$$\mathbf{e}^{BCS} = (\cos \theta_m \cos \psi_m, \cos \theta_m \sin \psi_m, -\sin \theta_m). \quad (2)$$

To determine the required elevation θ_m of the optical axis, we equate the projections on the axis Z_B of the unit vectors that specifying the direction of the optical axis from (2) and the required direction to the center of the reflector from (1)

$$-\sin \theta_m = \cos \theta^* (\sin \varphi \sin \psi + \cos \varphi \sin \theta \cos \psi) - \sin \theta^* (\cos \varphi \cos \theta). \quad (3)$$

From the equation (3), we find the angle θ_m which specifying the required elevation of the optical axis at the moment the beam passes the reflector to aim at the center of the reflector

$$\theta_m = \arcsin(\sin \theta^* \cos \varphi \cos \theta - \cos \theta^* (\sin \varphi \sin \psi + \cos \varphi \sin \theta \cos \psi)). \quad (4)$$



Fig 3, 4 show the results of mathematical modeling in the MATLAB environment of the optical axis aiming processes at the center of the reflector with strong pitching and rolling in the form of time variation graphs of the longitudinal speed V_x of the vessel, lateral speed V_y , longitudinal displacement X_g , lateral displacement Y_g , roll rate ω_x , roll angle φ , pitch rate ω_y , pitch angle θ , yaw rate ω_z , yaw angle ψ , bearing to the platform P_m , distance to the platform D_m , angles that determine the current position of the optical axis in BCS (tetCyScan), (psiCyScan) and optical axis deviations from the direction to the center of reflection in vertical plane dtet and horizontal plane dpsi.

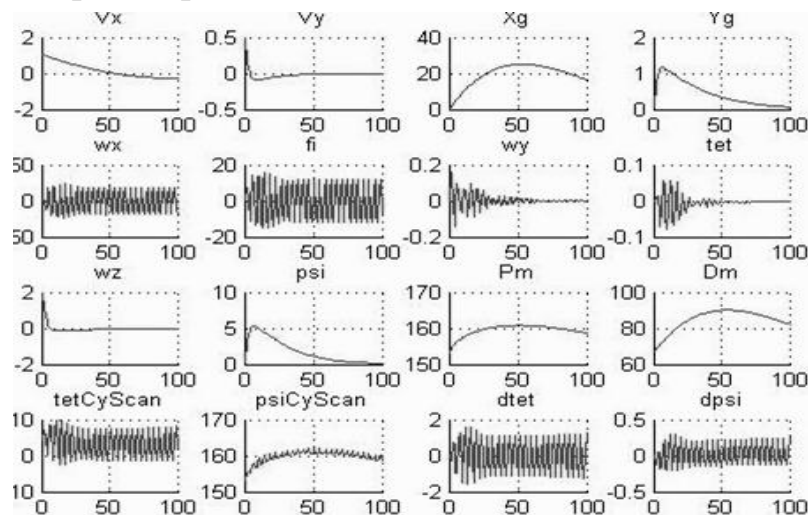


Figure 3. Results of mathematical modeling of the optical axis aiming processes at the center of the reflector with strong pitching

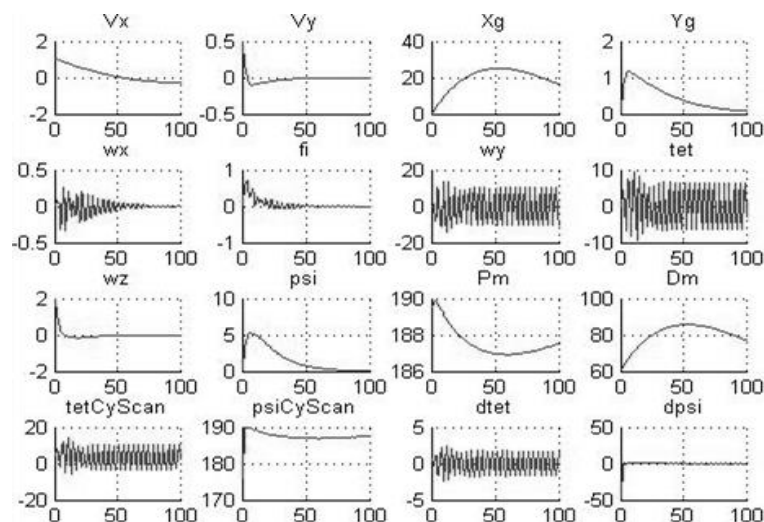


Figure 4. Results of mathematical modeling of the optical axis aiming processes at the center of the reflector with strong rolling

As can be seen from the presented results, despite the more difficult conditions created by mathematical modeling, namely, the presence of an initial longitudinal speed $V_x(0) = 2kn$, initial lateral speed $V_y(0) = 1kn$, initial yaw rate $\omega_z(0) = 2^\circ/\text{sec}$, angles of deviation of the optical axis from the center of reflection in the vertical plane



$|\text{dtet}| < 2^\circ$, which is approximately six times less than the beam width in the vertical plane (12°).

Conclusions. The following tasks were solved in the work:

- a full-scale experiment was carried out onboard the ESNAAD 225 vessel, confirming the degradation of the quality and even loss of the signal by the laser system during strong pitching and rolling;
- the reasons of the degradation and even loss of the signal of the laser system during strong pitching and rolling were revealed;
- developed a method and algorithms for automatic aiming of the laser system beam to the center of the reflector;
- the operability and efficiency of the method and algorithms are verified by mathematical modeling in the MATLAB environment;
- the simulation results showed that automatic aiming of the beam to the center of the reflector can significantly improve the quality of the reflected signal, including in conditions of strong pitching and rolling, increase the reliability of the system and reduce the risk of an unfavorable situation;
- automatic aiming of the beam at the center of the reflector allows you to reduce the minimum and increase the maximum distance of operations.

REFERENCES

1. The Safe Operation of Dynamically Positioned Offshore Supply Vessels. The International Marine Contractors Association. IMCA Marine Division, 2018.
2. Review of the Use of the Fan Beam Laser System for Dynamic Positioning. The International Marine Contractors Association. IMCA Marine Division, 2017.
3. Guidelines for vessels and units with dynamic positioning (DP) systems. IMO. MSC.1/Circ.1580, 2017.
4. Dynamic positioning vessel design philosophy guidelines. Det Norske Veritas Germanischer Lloyd, 2015.
5. Rules for Classification and Construction Ship Technology. Det Norske Veritas Germanischer Lloyd, 2016.
6. Meyers, J., Hoburg, A. A Capstone Project on Robust Dynamic Positioning and Data Acquisition Systems. In: Proc. of 2015 ASEE Northeast Section Conference, 2015.
7. Palmieri, S., Kline, D., Emami, T., Reza, A., Swaszek, P. Multithreaded
8. Sensor Analysis for a Redundant Dynamic Positioning 2 Project. In: Proc. of the ASEE NE 2016 Conference.
9. Erdman, J. Sea Vipers computer vision and inertial position reference sensor system (CVIPRSS). Louisiana State University, 2015.



ВПЛИВ МІСЦЬ ВИБУХІВ БОЄПРИПАСІВ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ПРИЛЕГЛОЇ ТЕРИТОРІЇ

Колосков В.Ю., Дідовець Ю.Ю.

Національний університет цивільного захисту України
(м. Харків, Україна)

На сучасному етапі розвитку Збройних Сил України особливої актуальності набуває завдання забезпечення екологічної безпеки місць зберігання та знешкодження боєприпасів, які вичерпали термін безпечної експлуатації, або ж умови зберігання яких було суттєво порушено. Особливої гостроти це завдання набуває у зв'язку з агресією Російської Федерації на сході України та пов'язаним з нею масштабним забрудненням території нашої держави вибухонебезпечними предметами.

Обрахувати точну кількість боєприпасів, які сьогодні зберігаються на території України, є практично неможливим. Це пов'язано з веденням бойових дій на сході держави, а також з випадками вибухів на складах, що відбувалися у попередні роки. У той же час, великими залишаються обсяги боєприпасів, які потребують утилізації як через перевищення терміну безпечного використання, так і через вплив факторів небезпеки – вибухів, пожеж, тощо.

Зберігання непридатних для використання боєприпасів є збитковим і небезпечним. Збитковість зберігання пов'язана перш за все з тим, що боєприпаси мають перебувати в спеціально призначених і підготовлених приміщеннях з певною температурою і вологістю, а обслуговуючий ці ділянки сховища персонал потребує додаткової підготовки.

Знищення технічно непридатних боєприпасів може, зокрема, здійснюватися шляхом затоплення, підризу і спалювання, що, натомість, призводить до втрати дефіцитних матеріалів і забруднення навколишнього середовища. Такі способи утилізації раціонально використовувати в тому випадку, коли боєприпаси неможливо демонтувати по-іншому через вибухонебезпечність (наприклад, через особливу технічну будову або при виявленні візуальним шляхом пошкоджень корпусу). В даний час активно розробляються нові способи утилізації шляхом демонтажу боєприпасів [1].

За своїми токсичними властивостями вибухові речовини відносять до 1, 2, 3 і 4-го класів небезпеки. Близько 85% вибухових речовин належать до надзвичайно небезпечних (1-й клас) і високонебезпечних (2-й клас) речовин [2]. Попередні дослідження різних авторів показали наявність суттєвих за рівнем небезпеки забруднень повітря, води та ґрунту у місцях, де відбуваються вибухи боєприпасів [3]. Зокрема, було встановлено наявність важких металів – хрому, нікелю, свинцю, цинку, марганцю – у ґрунті [4] та поверхневих водах [5] військових полігонів у концентраціях, що перевищують фонові значення. Щодо вмісту важких металів, то найбільші концентрації у дослідженнях авторів [4] було знайдено у поверхневому шарі ґрунту майданчиків, на яких відбувалися вибухи, однак, при цьому було встановлено явище міграції важких металів,



наприклад, на майданчику, який деякий час не використовувався, перевищення концентрації було виявлено вже на глибині 1 м та більше.

Вибухотехнічні речовини, які чинять значні та шкідливі наслідки для навколишнього середовища, – це вибухові речовини нітроароматичні та нітрамінові, такі як 2,4,6–тринітротолуол (тринітротолуол), гексагідро–1,3,5–тринітро–1,3,5–триазин (гексоген) та октагідро–1,3,5,7–тетранітро–1,3,5,7–тетразоцин (октоген) [6]. Тринітротолуол, гексоген та октоген, зокрема, занесені Американським агентством охорони навколишнього природного середовища до «пріоритетних забруднювачів», які рекомендуються в першу чергу видаляти із забруднених ділянок [7].

Все вищезазначене вказує на актуальність створення нових та вдосконалення існуючих методик рекультивації земель у місцях, де відбувалися вибухи боєприпасів, зокрема, у місцях їх знешкодження. Визначним при цьому є врахуванням факторів вибухонебезпеки, яку можуть становити не лише залишки боєприпасів, а й сам забруднений вибуховими речовинами ґрунт.

ЛІТЕРАТУРА

1. Колосков В. Ю. Утилизация непригодных для дальнейшего использования боеприпасов с учетом критериев безопасности / В. Ю. Колосков, Е. А. Полищук // Экология и промышленность. 2011. № 4 (29). – С. 109 – 114.
2. Нечипорук Н. В. Утилизация непригодных для дальнейшего использования авиационных боеприпасов / Н. В. Нечипорук, М. А. Стеблина, Е. А. Полищук, В. Ю. Колосков // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. 2010. № 48. – С. 227 – 233.
3. Lima D. Impact of ammunition and military explosives on human health and the environment / D. Lima, M. Bezerra, E. Neves, F. Moreira // Reviews on environmental health. 2011. Vol. 26, No. 2. – P. 101 - 110.
4. Vasarevicius S. Investigation of soil pollution with heavy metals in Lithuanian military grounds / S. Vasarevicius, K. Greičiūte // Journal of Environmental Engineering and Landscape Management. 2004. Vol. 12, No. 4. – P. 132 - 137.
5. Idzelis R. L. Investigation and evaluation of surface water pollution with heavy metals and oil products in Kairiai Military Ground territory / R. L. Idzelis, K. Greičiūte, D. Paliulis // Journal of Environmental Engineering and Landscape Management. 2006. Vol. 14, No. 4. – P. 183 - 190.
6. Lewis T. A. Bioremediation of soils contaminated with explosives / T. A. Lewis, D. A. Newcombe, R. L. Crawford // Journal of Environmental Management. 2004. Vol. 70, No. 4. – P. 291 – 307.
7. Hawari J. Microbial degradation of explosives: biotransformation versus mineralization / J. Hawari, S. Beaudet, A. Halasz, S. Thiboutot, G. Ampleman // Applied Microbiology and Biotechnology. 2000. Vol. 54, No. 5. – P. 605 - 618.



МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ВИРОБЛЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ КРЕМНІЄВОГО ТА КОНЦЕНТРАТОРНОГО А³В⁵ ФЕП

Крапивко Г.І.

Херсонська державна морська академія
(м. Херсон, Україна)

Сонячна енергія, що надійшла на прийомну поверхню, залежить від характеристик радіаційного клімату в даному пункті й конструктивній схемі установки, розглянута найбільш ефективна у світовій практиці з конструктивних схем модульних фотоелектричних установок. Ця схема представлена на рис.1 фотоелектрична станція (ФЭС), що обертає щодо висоти й азимута для постійної орієнтації на Сонце. Зазначена схема передбачає можливість застосування ФЕП з концентраторами сонячного випромінювання, і без них. Для вище зазначеного модуля, що забезпечує умову $\chi \Rightarrow 0$, (χ - кут падіння прямого сонячного випромінювання), застосовні будь-які системи, що концентрують.

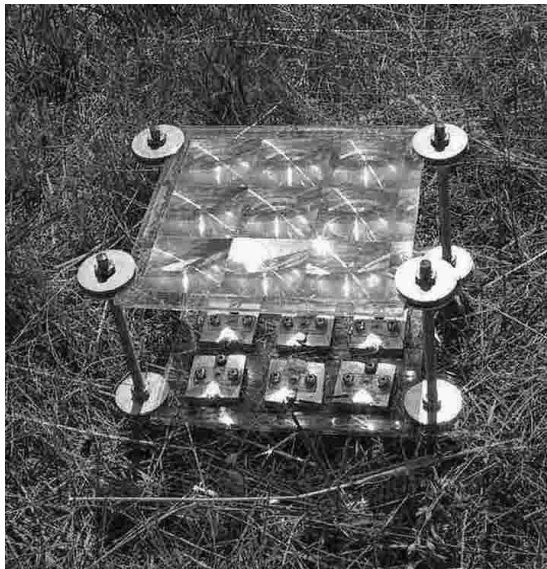


Рисунок1. Діючий макет фотоелектричної станції

Сонячне випромінювання доходить до земної поверхні у вигляді прямих променів від сонячного диска (пряма сонячна радіація) і у вигляді розсіяного випромінювання від небозводу (розсіяна сонячна радіація). Сума прямої й розсіяної радіації, що надходить на деяку поверхню становлять сумарну сонячну радіацію.

Оскільки площа сонячної установки може бути різною в досить широких межах, розрахунок приходу сонячної радіації доцільно віднести до 1 м² прийомної поверхні установки.

У загальному виді прихід прямої сонячної радіації протягом доби на деяку нерухому або обертаючу поверхню, що, можна виразити формулою :

$$P^*_{дн} = \sum_{t_1}^{t_2} [(P)_{\text{зод}} \cos \chi] \quad (1)$$



де $(P)_{\text{год}}$ - середній прихід прямої сонячної радіації на нормальну променям поверхня за даний годинний інтервал у даному місяці; t_1 і t_2 - час початку й кінця опромінення прямою сонячною радіацією розглянутої поверхні, χ - кут падіння прямого сонячного випромінювання на розглянуту поверхню в той же момент часу t .

Помноживши $P^*_{\text{дн}}$ на число днів у даному місяці, одержимо середньомісячний прихід прямої сонячної радіації на розглянуту поверхню, а підсумовуючи місячні величини, знайдемо річну суму.

Аналогічно підсумовуванням середньостатистичних годинних значень розсіяна радіації можна визначити середньоденну величину приходу розсіяна радіації $D^*_{\text{дн}}$, для даного місяця по формулі:

$$D^*_{\text{дн}} = \sum_{t_1}^{t_2} [(D)_{\text{год}}(k)_{\text{год}}] \quad (2)$$

де: $(D)_{\text{год}}$ середній прихід розсіяної сонячної радіації на горизонтальну поверхню за даний годинний інтервал у даному місяці; $(k)_{\text{год}}$ - коефіцієнт перерахування приходу розсіяна радіації на розглянуту поверхню, віднесений до середини даного годинного інтервалу для даного місяця.

Введення зазначеного коефіцієнта перерахування необхідно, тому що відомості про середні величини розсіяної радіації є тільки для горизонтальної поверхні, а розглянута поверхня може бути нахилена до неї під різними кутами. Значення $(k)_{\text{год}}$ визначається відношенням тієї частки небесної півсфери, що у цей момент "бачить" розглянута поверхня, до повної півсфери, що у свою чергу залежить від кута нахилу розглянутої поверхні. "Видима" похилою площиною частина небесної півсфери являє собою сферичний двукутник з кутом, рівним $\pi - a$, де a - кут нахилу цієї площини до горизонту. Тоді :

$$(k)_{\text{год}} = (1 - a/180)_{\text{год}} \quad (3)$$

кут a обмірюваний у градусах.

Формула (3) застосовна в припущенні про рівномірний розподіл розсіяної радіації по небесній півсфері, що не цілком справедливо, особливо для повністю ясного неба. Однак це припущення є єдино можливим, тому що відсутні які-небудь достовірні статистичні моделі розподілу розсіяної радіації по небозводу, особливо для неба, частково або повністю закритого хмарами.

Середньоденна сумарна радіація визначається додаванням правих частин виражень (1) і (2). При використанні з цих формул величини $P^*_{\text{дн}}$ і $D^*_{\text{дн}}$ можуть бути взяті з [1], а значення $(1 - a/180)_{\text{год}}$ повинні бути розраховані.

Для кута падіння сонячних променів справедливо наступне вираз: [2]

$$\cos\chi = \sin h_{\odot} \cos a + \cos h_{\odot} \cos A_{\odot} \sin a \quad (4)$$

де: h_{\odot} і A_{\odot} - висота Сонця і його азимут у цей момент часу.

Однак h_{\odot} і A_{\odot} самі є функціями широти місця (φ), часу дня (t) і пори року, які можна виразити через відмінювання сонця δ . Опускаючи проміжні перетворення, приходимо до вираження :

$$\cos\chi = \sin\delta [\sin\varphi \cos a + \sin a (\sin\varphi \operatorname{tg}\varphi - 1/\cos\varphi)] + (\cos\varphi \cos a + \sin\varphi \sin a) \cos\delta \cos t. \quad (5)$$



Для схеми Рис.1 $\chi = 0$ (система з автоорієнтацією), а величина $(1-a/180)_{\text{год}}$ перебуває відповідно до :

$$1-a/180 = 1 - [90 - \arcsin(\sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi \cos\delta \cos t)] / 180 \quad (6)$$

Таким чином, використовуючи формули (1) – (6), можна розрахувати надходження прямої, розсіяної, сумарної сонячної радіації на прийомну поверхню модульної фотоелектричної установки, за будь-який заданий проміжок часу.

Наступний етап розрахунків - визначення вироблення електроенергії фотоелектричною установкою. При цьому, однак, не вся сонячна енергія, що надійшла на прийомну поверхню установки, може бути ефективно перетворена в електроенергію. Стосовно до фотоелектричних перетворювачів фактором, що лімітує, є напруга, що при малій щільності потоку радіації знижується нижче номінального, що не дає можливості забезпечення споживача. Тому сонячна енергія, що надходить при щільності потоку менше деякої "граничної" величини, не може бути використана.

З обліком усього викладений розрахунок середньоденного, для даного місяця, виробництва електричної енергії в питомому вираженні, тобто на 1 м^2 прийомною поверхнею фотоелектричного модуля, для установок з концентраторами сонячного випромінювання здійснюється по формулі:

$$A_{\text{дн}}^* = P_{\text{дн}}^* (\eta)_0 \eta \quad (7)$$

де $(\eta)_0$ - ККД оптичної системи, що концентрує, 0,875, η - ККД перетворення сонячної енергії в електричну, значення якого стосовно до отриманим кремнієвих ФЕП рівним - 0,188, концентраторним - 0,236[3].

Розрахунок у питомому вираженні є універсальним, тому що вироблення електроенергії тієї або іншої конкретної проектної установки може бути легко розрахована множенням питомого вироблення на прийомну площу даної установки. Якщо для деякої конкретної установки величини η_0 і η відрізняються від отриманих, вироблення електроенергії перебуває пропорційним перерахуванням.

Середньодобова для даного місяця питома вироблення електроенергії фотоелектричними установками без концентраторів сонячного випромінювання визначається :

$$A_{\text{дн}}^* = (P_{\text{дн}}^* + D_{\text{доб}}^*) \eta \quad (8)$$

у якому $D_{\text{доб}}^*$ урахує обмеження по граничній щільності розсіяної радіації. Знаючи середньоденне питома вироблення електроенергії, неважко визначити вироблення енергії в цілому за рік. Розрахунки за викладеною методикою проведені по обласному центру Херсон (46,4⁰п.ш.). Весь масив розрахункових результатів представлений таблицею, у якій наведені значення питомого річного виробітку електроенергії по вище зазначеному пункті для фотоелектричної модульної установки, виконаної за конструктивною схемою рис. 1 з концентраторами сонячного випромінювання (К) і без них (б/К), табл.1



Таблиця 1.

Розрахунковий річний виробіток електроенергії ФЕМ (кВт·г/м²)

Найменування пункту	Географічна широта, град. п. ш.	К Рис. 1	б/К Рис. 1
м. Херсон	46° 46`	233,63	296,08

Отримані розрахункові результати підтвердили апріорне-якісне твердження про те, що вироблення електроенергії фотоелектричними установками більше там, де сонячний клімат більше сприятливий [4]. З даних, представлених у таблиці, треба, що застосування систем, що концентрують, зменшує вироблення електроенергії за рахунок виключення розсіяна складової сонячної енергії й втрат у системі, що концентрує. Діапазон зниження питомого річного виробітку енергії схеми з концентратором у порівнянні з безконцентраторною схемою становить 25-28%. Збільшити ефективність фотоелектричних установок з концентраторами при рівності ККД фотоелектричного перетворення можна лише за рахунок підвищення ККД концентруючої системи (η)₀. Так, наприклад, при збільшенні (η)₀ від прийнятого значення 0,875 до 1, вироблення електроенергії підвищиться на 12,5%. [5].

Висновок. З погляду проведених досліджень, автономні фотоелектричні установки невеликої потужності, до одиниць кіловатів, доцільно компонувати з нерухомих модулів. Для автономних установок більшої потужності та фотоелектростанцій мегаватного класу доцільне виконання установок по найбільш ефективним орієнтаційним схемам.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дані по прямій та розсіяній сонячній радіації в м.Херсон за 2019 р. Державна гідрометеорологічна служба (Херсонський метеоцентр) довідка №01-45/488 від 06.01.20 р.
2. Метеорологія / [Гуральник І. І., Дубинський Г. П., Ларін В. В., Мамиконова С. В.].-Л.: Гидрометеоиздат, 1982. – 440с.
3. Звіт про науково технічну роботу «Сонячні фотоелектричні енергоустановки з концентраторами випромінювання» М/174-2004 інв. №0205U004034 Херсонський державний технічний університет.–2004.–С. 36.
4. Потенціал сонячної енергії в Україні. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії України. / [С.А.Кудря та ін.]; Інститут відновлюваної енергетики НАН України.-К.2008. –217 с.
5. Тарнижевский Б. В. Методика й результати розрахунку вироблення енергії сонячними фотоелектричними установками / Б. В.Тарнижевский, І. А.Шмидт, Л. Д. Додонов [та ін] //Вісник академії наук серія Енергетика.-2001. – №6. – С. 27 – 37.



ВПЛИВ АВТОТРАНСПОРТУ НА СТАН ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ В ПРИМІСЬКІЙ ЗОНІ МІСТА ХАРКОВА

Кулик М.І., Ульяновченко М.В.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
(м. Харків, Україна)

Згідно статистичних даних по галузі автомобільного транспорту Міністерства інфраструктури України, на даний час автомобільна транспортна система України налічує більше 9,2 млн. транспортних засобів, у тому числі: 6,9 млн. легкових автомобілів, 1,3 млн. вантажних автомобілів, близько 250 тис. автобусів, понад 840 тис. одиниць мототранспорту [6]. У Харківській області експлуатується близько 460 тисяч автомобілів [5].

Основними причинами інтенсивного забруднення довкілля автотранспортом є головним чином експлуатація технічно застарілого автомобільного парку з великим відсотком зношеності, низька якість паливно-мастильних матеріалів, стан доріг. Через незадовільний стан доріг велика кількість автомобілів рухається повільно та з великою кількістю зупинок, що призводить до надмірного витрачання пального і, надмірного утворення продуктів його згорання. Кількість автотранспорту, що використовує каталізатори для знешкодження вихлопних газів, досить незначна [3, 4].

Через широке використання автотранспорту відбувається погіршення екологічної якості ґрунтів. Адже шкідливі елементи, які викидаються автомобілями, осідають в ґрунтах і накопичуються, що призводить до їх забруднення та зменшення або втрати родючості. Особливо небезпечними факторами є накопичення важких металів. Зокрема, серед важких металів екологічно найнебезпечнішими вважаються свинець, кадмій, мідь, цинк.

Результати обстеження ґрунтового покриття сільгоспугідь навколо автодоріг (зони впливу мобільних джерел антропогенних емісій) свідчать, що землі, розташовані вздовж автодоріг з інтенсивним рухом, як правило, є небезпечними в екологічному відношенні внаслідок накопичення у ґрунтах і рослинах шкідливих для здоров'я людини речовин. Вміст свинцю у ґрунтах десятиметрової пришляхової смуги перевищує фонові показники в 2-7 рази, а в окремих випадках – навіть на один-два порядки. Таке характерно, насамперед, для ділянок, що незахищені лісосмугами, де техногенне забруднення спостерігається на відстані до 50-100 м від доріг [1, 2].

Кількість автотранспорту постійно зростає, а відповідно зростає його вплив на ґрунт, що призводить до погіршення його якості. Тому актуальним є дослідження впливу автотранспорту на стан ґрунтового покриття в приміській зоні Харкова, а саме визначення забруднення важкими металами ґрунтового покриття.

Для дослідження відбирались проби ґрунту у Харківському районі поблизу перехрестя автодороги Е-40 та Салтівського шосе. Місце відбору проб знаходиться на рівнинній горизонтальній поверхні Івановської тераси. Висота



185-187 м над рівнем моря. Поле з луговою рослинністю, ґрунт – чорноземи типові середньогумусні.

На даній ділянці автодороги проводилось спостереження за інтенсивністю руху автотранспорту, визначався кількісний та видовий склад транспортних засобів. Загальна кількість транспорту становить 24192 одиниці за добу. Виходячи з отриманої кількості, можна сказати, що автомобільна дорога Е 40 має високу інтенсивність руху автотранспорту.

Для визначення вмісту важких металів у ґрунті здійснено відбір 12 проб (ГОСТ 17.4.3.01–83, ГОСТ 17.4.4.02–84), на відстанях 10, 25, 50 та 100 м від автодороги та глибинах 10, 50 та 100 см.

Проби ґрунту досліджувались на вміст таких важких металів, як кадмію, кобальту, хрому, міді, заліза, марганцю, нікелю, свинцю, цинку за атестованою методикою (атомно–абсорбційної спектрофотометрії). Аналіз проб проводився на атомно-абсорбційному спектрофотометрі С-115.

Проаналізувавши лабораторні результати дослідження проб ґрунту не виявлено перевищення ГДК з жодного з досліджуваних металів. Далі наведемо діаграму вмісту свинцю у пробах ґрунту на різних відстанях та глибинах (рис. 1).

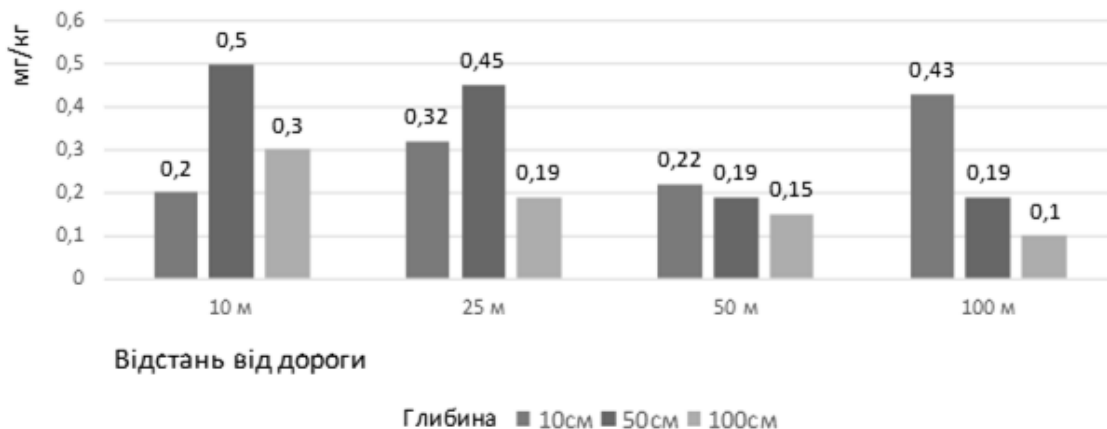


Рисунок 1. Концентрація свинцю в пробах ґрунту

Аналізуючи отримані дані концентрації свинцю в пробах ґрунту можна сказати, що вона на глибині 50 та 100 см зменшується зі збільшенням відстані від дороги (на глибині 50 см в 2,6 рази – від 0,5 мг/кг до 0,19 мг/кг; на глибині 100 см в 3 рази – від 0,3 мг/кг до 0,1 мг/кг). В пробах ґрунту з глибини 10 см такої закономірності не спостерігається. Найвища концентрація свинцю на відстані 10 м та глибині 50 см – 0,5 мг/кг, найменша на відстані 100 м та глибині 100 см – 0,1 мг/кг.

Аналізуючи дані концентрації кадмію в пробах ґрунту, можна сказати, що в пробах відібраних на глибині 10 см на всіх відстанях простежується послідовне підвищення концентрації кадмію при збільшенні відстані від дороги, так на 10 м – 0,01мг/кг, а на 100 м – 0,13 мг/кг, тобто збільшилась в 13 разів. На інших глибинах закономірності невизначено.

Аналізуючи дані концентрації кобальту в пробах ґрунту, можна сказати, що концентрація в пробах відібраних на глибинах 10 та 100 см поступово



збільшується при віддаленні від дороги з 0,24 мг/кг та 1,35 мг/кг до 0,5 мг/кг та 2,32 мг/кг відповідно. В пробах ґрунту з глибини 50 см такої закономірності не спостерігається.

Аналізуючи дані концентрації хрому в пробах ґрунту, можна сказати, що в пробах відібраних на глибині 100 см на всіх відстанях простежується послідовне підвищення концентрації хрому при збільшені відстані від дороги, так на 10 м – 0,12 мг/кг, а на 100 м – 0,28 мг/кг. На інших глибинах залежність не спостерігається.

Аналізуючи дані концентрації міді в пробах ґрунту, можна сказати, що в пробах відібраних на глибині 100 см на всіх відстанях простежується послідовне підвищення концентрації міді при збільшені відстані від дороги, від 0,01 мг/кг на відстані 10 м, до 0,62 мг/кг на відстані 100 м. Для інших глибин закономірності розподілу міді в ґрунті не визначено.

Аналізуючи дані концентрації заліза в пробах ґрунту, можна сказати, що в пробах відібраних на глибині 10 см концентрація заліза підвищується, майже в 3 рази, при віддаленні від дороги – від 1,15 мг/кг (10 м) до 3,09 мг/кг (50 м), а потім понижується. В пробах з глибини 100 см, спостерігається поступове зниження концентрації з віддаленням від дороги – з 2,19 мг/кг до 0,92 мг/кг.

Аналізуючи дані концентрації марганцю в пробах ґрунту, можна сказати, що в пробах відібраних на глибині 10 см на всіх відстанях простежується послідовне зниження концентрації марганцю при збільшені відстані від дороги з 33,96 мг/кг (10 м) до 13,13 мг/кг (100 м), тобто знизилась майже в 3 рази. На інших глибинах залежність не спостерігається, а вміст марганцю мало змінюється.

Аналізуючи дані концентрації нікелю в пробах ґрунту, можна сказати, що його вміст в пробах на всіх відстанях та глибинах мало змінюється і становить приблизно 1,23 мг/кг, окрім проби на відстані 25 м де концентрація на всіх глибинах становить близько 0,75 мг/кг.

Аналізуючи дані концентрації цинку в пробах ґрунту, можна сказати, що його концентрація в пробах відібраних на глибині 10 см зменшується з віддаленням від дороги в 2,6 рази, від 1,55 мг/кг (10 м) до 0,58 мг/кг (100 м). В пробах з глибини 50 см спостерігається зниження концентрації на відстані від 10 м (2,63 мг/кг) до 50 м (0,8 мг/кг), а на відстані від 50 м до 100 м – збільшення від 0,8 мг/кг до 2,87 мг/кг відповідно.

Для аналізу загального вмісту елементів у пробах ґрунту побудували акумулятивні ряди вмісту металів у ґрунті, для цього підсумували концентрації кожного елемента на всіх глибинах на одній відстані. Аналізуючи побудовані акумулятивні ряди можна сказати, що у пробах ґрунтах на всіх відстанях переважаючим елементом є марганець, вміст якого зменшується з відстанню від дороги та на відстані 10 м становить 19,01 мг/кг, а на відстані 100 м – 11,19 мг/кг. На другому місці – залізо, вміст якого складає 1,81 мг/кг на відстані 10 м, поступово підвищується до 2,04 мг/кг на відстані 25 м, до 2,32 мг/кг на відстані 50 м та знижується до 1,58 мг/кг на відстані 100 м. На третьому місці цинк, майже



з тою самою концентрацією, як і залізо. На відстані 10 м від дороги має концентрацію 1,8 мг/кг, потім поступово знижується до 1,35 мг/кг на відстані 25 м, а потім до 1,19 мг/кг на відстані 50 м, після чого йде підвищення до 1,79 мг/кг на відстані 100 м. Найменшу концентрацію становить кадмій – 0,1 мг/кг – на відстані 10 м; 0,04 мг/кг – на відстані 25 м; 0,06 мг/кг – на відстані 50 м; 0,17 мг/кг на відстані 100 м.

Отже, вплив автотранспорту на ґрунти спостерігається, що найбільш помітно за вмістом марганцю, заліза, цинку, кадмію та свинцю. На вмісті інших досліджуваних металів вплив автотранспорту майже не помітний. У пробах ґрунтах на всіх відстанях переважаючим елементом є марганець, вміст якого сягає 33,96 мг/кг. На другому місці у пробах ґрунту з відстаней 10, 25 та 50 м – залізо, а з відстані 100 м – цинк. Найменшу концентрацію має кадмій у пробах ґрунту з усіх відстаней. Більшість шкідливих елементів, що надходять від автотранспорту знаходяться на відстані 10-25 м від дороги та на глибинах 10-50 см.

ЛІТЕРАТУРА

1. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2015 році [Електронний ресурс]: Режим доступу до ресурсу: http://www.menr.gov.ua/docs/activity-dopovidi/regionalni/rehionalni-dopovidi-u-2015-rotsi/harkiv_2015.pdf
2. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2016 році. [Електронний ресурс]: Режим доступу до ресурсу: <https://menr.gov.ua/files/docs/Reg.report/%D0%94%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B4%D1%8C%20%D0%A5%D0%B0%D1%80%D0%BA%D1%96%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D1%96%D0%B9%20%D1%83%202016.pdf>
3. Екологічний атлас Харківської області. – Х.: МОНОАП – Майдан, 2005. – 80 с.
4. Екологія та автомобільний транспорт: навч. посіб. / [Ю. Ф. Гутаревич, Д. В. Зеркалов, А. Г. Говорун, О. А. Корпач, Л. П. Мержиєвська]. – [2-ге вид.]. – К.: Арістей, 2008. – 296 с.
5. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Харківській області у 2013. – Х.: Департамент екології та охорони навколишнього природного середовища ХОДА, 2014. – 225 с.
6. Статистичні дані по галузі автомобільного транспорту. [Електронний ресурс]: Режим доступу до ресурсу: <http://mtu.gov.ua/content/statistichni-dani-po-galuzi-avtomobilnogo-transportu.html>



ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ВЫБРОСАМИ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ОТ ИСТОЧНИКОВ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ

Лазаренков А.М., Иванов И.А.

Белорусский национальный технический университет
(г. Минск, Беларусь)

Совершенствование технологических процессов, применение высокоэффективных систем газоочистки в литейном производстве позволяют уменьшить размеры промышленных выбросов в окружающую среду. Однако полностью уловить пылегазообразные примеси в отходящих газах практически невозможно и поэтому выделение в атмосферу вредных веществ неизбежно. Для того, чтобы концентрации вредных веществ в приземном слое атмосферы не превышала предельно допустимых концентраций, пылегазовые выбросы подвергаются рассеиванию в окружающей среде.

Рассеивание в атмосфере промышленных выбросов подчиняется законам турбулентной диффузии, на процесс которой существенное влияние оказывают состояние атмосферы, расположение предприятий, характер местности, физические свойства выбросов, параметры источника выброса и др.

Для литейных цехов (чугунолитейных, сталелитейных, цветного литья), выбранных в качестве объектов для исследований, были выполнены (по результатам инвентаризации вентиляционных выбросов) расчеты рассеивания вредных веществ на территории рядом расположенных жилых массивов, а также на территории предприятий (для оценки чистоты воздуха, забираемого в системы приточной вентиляции).

Результаты исследований показали, что источники литейных цехов загрязняют санитарно-защитную зону вредными веществами в концентрациях, превышающих максимально разовые предельно допустимые концентрации (ПДК). На границе санитарно-защитной зоны и территории предприятия (вблизи от литейных цехов) отмечаются превышения ПДК по пыли до 3,7 раз, по группе суммации (углерода оксид + азота диоксид + ангидрид сернистый + фенол) до 1,9 раза, по оксиду углерода – до 1,6 раза. Однако на границе санитарно-защитной и селитебной (жилой) зон отмечено превышение только от пыли до 1,6 раза.

При рассеивании выбросов вредных веществ литейных цехов массовым характером производства, в которых в качестве плавильных агрегатов используются вагранки, создается несколько иная картина. Так на границе санитарно-защитной зоны с территорией предприятия зарегистрированы превышения ПДК по пыли до 2,3 раза, по группе суммации – до 2,7 раз, по оксиду углерода – до 1,3 раза, по фенолу – до 1,6 раза. На границе с селитебной зоной имеют место превышения ПДК только по группе суммации – до 1,4 раза, по фенолу – до 1,2 раза. Меньшие концентрации пыли и оксида углерода объясняются рассеиванием этих веществ в атмосфере за счет большей высоты источников выброса (вагранки). Увеличение превышений по группе суммации и



фенолу объясняется наличием в цехах источников стержневых отделений, где используются стержневые смеси на основе фенолформальдегидных смол, а система улавливания и нейтрализации отходящих газов недостаточна эффективна.

Результаты расчета рассеивания вредных веществ от источников литейных цехов с серийным характером производства в приземном слое санитарно-защитной зоны свидетельствуют о том, что имеют место превышения максимально разовых ПДК только по группе суммации в 1,1 – 1,3 раза и по пыли – в 1,4 – 1,6 раза. В жилебной зоне регистрируются превышения ПДК только по группе суммации в 1,3 раза. При этом следует отметить, что такое положение определяется применяемыми плавильными агрегатами (вагранки открытого типа) и стержневыми смесями на основе фенольных связующих (цех мелкого литья).

Аналогичное положение с загрязнением окружающей среды отмечается и при расчете рассеивания вредных веществ от источников литейного цеха с мелкосерийным характером производства. Установлено, что от источников литейных цехов с серийным и мелкосерийным характером производства небольшой производительности (до 15 – 20 тыс. т/год) превышения ПДК наблюдаются только в санитарно-защитной зоне. И если при расположении жилых массивов вокруг этих предприятий соблюдаются размеры санитарно-защитных зон, то в жилебной зоне не отмечается концентраций вредных веществ, превышающих максимально разовые ПДК.

Вышеуказанные результаты исследований относятся к отдельным литейным цехам. Однако на крупных предприятиях имеется, как правило, несколько литейных цехов. Поэтому нами было рассмотрено суммарное влияние группы литейных цехов на загрязнение окружающей среды. Анализ полученных результатов рассеивания по группе суммации показал, что в санитарно-защитной зоне наблюдаются превышения максимально разовых ПДК по всем выбрасываемым вредным веществам, а в жилебной зоне – только по пыли – до 1,8 раза, по группе суммации до 1,4 раза, по фенолу до 1,2 раза.

Расчеты рассеивания вредных веществ от источников литейных цехов на территории предприятий проводились, исходя из положения, что содержание вредных веществ в подаваемом в помещения литейных цехов приточном воздухе не должно превышать 0,3 ПДК для рабочих мест.

Результаты проведенных расчетов для литейных цехов с массовым характером производства таковы: концентрации выбрасываемых вредных веществ у корпусов литейных цехов превышают 0,3 ПДК по пыли до 3,7 раза, по группе суммации – до 1,9 раза, по оксиду углерода – до 1,4 раза, по фенолу – до 1,2 раза. Существенное отличие отмечается в концентрациях пыли, что объясняется различием в высоте источников выброса вредных веществ (в основном плавильные агрегаты). При рассмотрении рассеивания вредных веществ по территории предприятий от группы литейных цехов картина еще более усугубляется, так как выбросы каждого литейного цеха суммируются.



Это необходимо учитывать при организации системы приточной вентиляции, так как свежий воздух забирается, как правило, непосредственно у корпусов литейных цехов. Поэтому в приточной части вентиляции следует предусматривать системы очистки подаваемого воздуха от вредных веществ.

Оценка эффективности пылегазоулавливающих установок в литейных цехах свидетельствует о том, что степень очистки для большинства из них составляет 65 – 80%. Такая низкая эффективность применяемых устройств объясняется их неудовлетворительным эксплуатационным состоянием, накоплением в воздуховодах пыли из-за низких скоростей движения воздуха в них, негерметичности воздухопроводов. Не во всех литейных цехах применяются двухступенчатая и мокрая система очистки.

Таким образом, результаты расчетов рассеивания выбросов вредных веществ в атмосфере подтвердили вывод о влиянии выбрасываемых вредных веществ на здоровье людей, проживающих вблизи расположенных районов. Причем, по данным санитарно-эпидемиологических служб заболеваемость жителей промышленных районов выше на 20–30%.

Наибольшее количество выбросов приходится на оксид углерода и пыль. При этом основная их масса приходится на источники плавильно-заливочных, термообрубных и выбивных участков. Установлено, что основными источниками выделения пыли являются плавильные агрегаты, выбивное, смесеприготовительное и очистное оборудование; оксида углерода, диоксидов азота и серы – плавильные агрегаты, сушильные и термические печи; фенола, формальдегида, фурфурола и др. – оборудование стержневого участка, залитые формы. Оценка долевого участия литейных цехов в загрязнении окружающей среды машиностроительными предприятиями показала, что они составляют по пыли около 83%, оксиду углерода – около 68%, диоксиду азота – около 80%, диоксиду серы – около 94%, фенолу, формальдегиду и др. – около 95 %.

Изучение масштабов загрязнения окружающей среды выбросами вредных веществ от источников литейных цехов свидетельствует о значительном влиянии их на окружающую среду и население, а степень воздействия определяется в основном применяемыми технологическими процессами и оборудованием для плавки металла, приготовления исходных формовочных материалов и смесей, выбивки отливок из форм, очистки литья, а также характером производства.

Исходя из вышесказанного, можно сформулировать следующие рекомендации проектировщикам литейных цехов, направленные на уменьшение влияния выбросов вредных веществ на человека. Причем эту проблему необходимо решать только проведением комплекса мероприятий как по улучшению условий труда работающих в литейных цехах, так и уменьшению загрязнения окружающей среды. Основными из этих мероприятий являются:

- использование экологически более чистых технологических процессов изготовления отливок;



- применение более экологичных моделей литейного оборудования, таких как прессовые и импульсные формовочные автоматы, индукционные печи и дуговые постоянного тока;
- использование для термической обработки отливок печей с электронагревом вместо газового;
- применение высокоэффективных систем локализации и нейтрализации выбросов вредных веществ, предусматриваемых при разработке литейного оборудования;
- рациональное размещение предприятий с литейными цехами, как правило, вне населенных пунктов и с соблюдением размеров санитарно-защитной зоны;
- обязательное проведение экологической экспертизы проектов новых и реконструируемых литейных цехов.



ЩОДО СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ

Лобойченко В.М., Стрілець В.М., Шевченко Р.І.
Національний університет цивільного захисту України
(м. Харків, Україна)

Стану навколишнього середовища останнім часом приділяється значна увага. Значні негативні зміни в довкіллі, пов'язані із зменшенням біорізномаяття, забрудненням гідросфери, літосфери та атмосфери, порушенням клімату і т. п. спонукають людину до пошуку ефективних управлінських рішень щодо збалансованого використання природних ресурсів та, за можливості, їх поступового відновлення.

Складовим елементом вирішення цієї нагальної проблеми виступає дослідження стану складових довкілля з отриманням фактичної інформації щодо їх забруднення. Саме тому актуальним питанням на сьогодні виступає пошук найбільш оптимальних підходів щодо визначення стану окремих об'єктів навколишнього середовища або довкілля взагалі, які можуть включати вибір предмета, об'єкта, метода та методики досліджень, критеріїв оцінювання тощо.

Безумовно, кожен вид досліджень – пошукові, рутинні тощо, потребує своїх методів досліджень. При цьому можна використовувати як класичні хімічні методи (титриметрія, гравіметрія), так і інструментальні (фізико-хімічні та фізичні) методи [1]. Окрім відомих електрохімічних [2] та спектрофотометричних методів сучасній аналіз об'єктів довкілля також активно застосовує хроматографічні методи, хромато-мас-спектрометричні та мас-спектрометричні з індуктивно зв'язаною плазмою [3, 4], методи ЯМР, рентгенфлуоресцентні, атомно-абсорбційні та атомно-емісійні методи [5], а також низку мікробіологічних методів [4]. Окремо можна виділити методи визначення радіоактивних елементів. Зазначені методи характеризуються різним рівнем селективності, що, серед іншого, обмежує їх використання.

Сучасні методи інструментальних досліджень характеризуються високоточними вимірюваннями, є досить експресними і дозволяють визначати забруднюючі речовини в широкому діапазоні. Але в той же час вартість приладів є високою, а їх використання потребує висококваліфікованого персоналу. Тому, за потреби швидкого отримання інформації, наприклад, при надзвичайних ситуаціях різного характеру (техногенні, природні, медико-біологічні тощо) або з метою їх попередження більш доцільно використовувати, можливо, менш точні, але більш швидкі та прості у застосуванні методи. Як приклад, можна навести використання кондуктометрії та коефіцієнту ідентифікації для дослідження стану ґрунтів та водних об'єктів [6] або використання потенціометрії для визначення рН [1].

Зазначені методи дозволяють отримати первинну інформацію щодо стану об'єктів довкілля. Однак, щоб виробити повноцінну стратегію щодо поводження з водними або земельними ресурсами, атмосферним повітрям часто застосовують методи регресійного аналізу, багатофакторного аналізу, методи



найменших квадратів у різних варіаціях, нейронні мережі та системи штучного інтелекту, кластерний аналіз, математичне моделювання та інш., які потребують вже окремих прикладних пакетів програм та високоспеціалізованих знань.

На сьогодні також активно використовуються інтегральні та комплексні критерії для оцінки якості складових довкілля, наприклад, індекс забруднення води (ІЗВ), індекс забруднення атмосферного повітря (ІЗА), індекс забруднення ґрунту (ІЗГ) у різних варіаціях, що враховують як різні групи показників, так і їх кількість, а також особливості середовища (наприклад, вид вод чи тип ґрунтів) та дозволяють отримати додаткову інформацію щодо стану окремих об'єктів довкілля.

Ще одним чинником, що, з одного боку, підвищує актуальність досліджень стану навколишнього середовища, а, з іншого боку – ускладнює це дослідження, можна назвати якісну і кількісну появу в довкіллі нових забруднюючих речовин з новими матеріалами, які отримуються в процесі науково-технічної діяльності людини або значне збільшення відомих забруднюючих речовин.

Як приклад, можна навести застосування різних вогнегасних речовин при ліквідації пожеж [7], які призводять до появи значної кількості забруднюючих органічних та неорганічних речовин в прісних та морських водних екосистемах. Ще одним прикладом є збільшення в навколишньому середовищі відпрацьованих захисних масок та рукавичок внаслідок пандемії COVID-19, що на сьогодні стає однією із характерних екологічних проблем для багатьох країн. Проблема розробки методик ідентифікації та визначення таких нових хімічних речовин та оцінка їх небезпечності для довкілля та людини є завданням декількох наукових напрямків. Важливим чинником при цьому виступає своєчасне виокремлення природних чи антропогенних впливів на стан навколишнього середовища.

Безумовно, можна окремо розглядати й довкілля – природне чи техногенне навколишнє середовище, яке має свої особливості щодо хімічного, фізичного та біологічного стану та, відповідно, свої підходи до визначення його параметрів в залежності від рівня та складу.

Як необхідну складову дослідження стану довкілля слід також відмітити наявність критеріїв задовільності цього стану – ГДК, ГДР, ОДР та інш., які в різних державах, і в Україні в тому числі, регламентовані цілою низкою законодавчих документів як з точки зору впливу на людину, так і на природні об'єкти. Відсутність таких нормативів або їх застарілі значення ускладнюють проблему адекватного оцінювання впливу забруднюючих параметрів на довкілля чи людину як з точки зору впливу окремих факторів робочого середовища, так і з точки зору їх сумісного впливу.

Таким чином, дослідження стану довкілля є комплексним динамічним процесом і постійно з'являються нові критерії, розробляються нові або гібридні методи дослідження його окремих складових, що дозволяють в подальшому отримати оригінальні та сучасні управлінські рішення. При цьому обов'язково



слід враховувати та своєчасно реагувати на появу нових забруднюючих речовин або збільшення кількості існуючих.

ЛІТЕРАТУРА

1. Skoog D. A., West D. M., Holler F. J., Crouch S. R. *Fundamentals of Analytical Chemistry*, 9th Edition. Belmont, Calif. : Thomson-Brooks/Cole. 2014. 1072 p.
2. Dreval Y., Loboichenko V., Malko A., Morozov A., Zaika S., Kis V. The Problem of Comprehensive Analysis of Organic Agriculture as a Factor of Environmental Safety. *Environmental and Climate Technologies*. 2020, vol. 24, no. 1, P. 58 – 71. <https://doi.org/10.2478/rtuct-2020-0004>.
3. Hosseinzadegan S., Nischkauer W., Bica K., Limbeck F. FI-ICP-OES determination of Pb in drinking water after pre-concentration using magnetic nanoparticles coated with ionic liquid. *Microchemical Journal*. 2019. Volume 146, P. 339-344.
4. Abdul R.M., Mutnuri L., Dattatreya P.J., Mohan D.A. Assessment of drinking water quality using ICP-MS and microbiological methods in the Bholakpur area, Hyderabad, India. *Environ. Monit. Assess.* 2012. 184, 1581–1592. <https://doi.org/10.1007/s10661-011-2062-2>.
5. Zhao L., Li W., Lin L., Guo W., Zhao W. et.al. Field Investigation on River Hydrochemical Characteristics and Larval and Juvenile Fish in the Source Region of the Yangtze River. *Water*. 2019. 11(7), 1342. <https://doi.org/10.3390/w11071342>.
6. Loboichenko V., Strelec V. The natural waters and aqueous solutions express-identification as element of determination of possible emergency situation. *Water and Energy International*. 2018. Vol. 61/RNI, No. 9. P. 43 – 50.
7. Loboichenko V., Leonova N., Strelets V., Morozov A., Shevchenko R. et. al. Comparative Analysis of the Influence of Various Dry Powder Fire Extinguishing Compositions on the Aquatic Environment. *Water and Energy International*. 2019. Vol. 62/RNI, No. 7. P. 63 – 68.



ВОДОРОД КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ СУДОВОЕ ТОПЛИВО И ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЕГО ПОЛУЧЕНИЯ, ХРАНЕНИЯ, ТРАНСПОРТИРОВКИ И ПРИМЕНЕНИЯ

Настасенко В.А., Проценко В.А., Бабий М.В., Палагний В.И.

Херсонская государственная морская академия

(г. Херсон, Украина)

Введение. Работа относится к сфере создания топливных систем для транспортного флота, в частности – к разработке перспективных путей получения и использования экологически чистых топлив.

На современном транспортном флоте основную долю судовых двигателей составляют двигатели внутреннего сгорания (ДВС), работающие на различных видах нефтяного топлива. Однако при его сжигании образуются газы CO, CO₂ парниковой группы и другие вредные вещества, ведущие к ухудшению экологии. Второй неблагоприятный фактор – конечность запасов нефти на Земле, поэтому по прогнозам Юнеско [1] ее запасы могут быть исчерпаны к концу XXI века. Предыдущие прогнозы были более пессимистичны, однако космическая разведка полезных ископаемых по результатам анализа траекторий полетов искусственных спутников Земли, позволила выявить месторождения нефти и газа в океанах и расширить возможности их добычи.

Переход на газовое топливо увеличивает срок их исчерпаемости на 30...40 лет (разведанных запасов газа значительно больше, чем нефти) и значительно снижает выбросы вредных веществ, однако лишь незначительно уменьшает выбросы CO, CO₂ [2].

Возможно использование в качестве топлива для ДВС водно-угольных смесей [3], что значительно отодвигает срок его исчерпания (разведанных запасов угля хватит на 300...400 лет). Однако выбросы вредных веществ и газов CO, CO₂ при этом наибольшие по сравнению с нефтяным и газовым топливом. Кроме того, угольная пыль в воде, находясь во взвешенном состоянии, в условиях длительности плавания судов может выпадать в осадок, засоряя емкости для топлива и системы их подвода, что требует дополнительных затрат на устранение указанного недостатка. Например, возможно измельчение частиц пыли до массы $< 5,9 \cdot 10^{-8}$ кг, при которых силы собственного колебания молекул воды превысят силы тяготения пыли и не дадут ей упасть. Однако это требует больших материально-технических затрат и времени на измельчение угля, существенно повышающих стоимость такого топлива.

Следует учесть, что процессы сгорания всех видов топлив также ведут к обеднению атмосферы Земли кислородом, который восстанавливается растениями при фотосинтезе, а их площади постоянно сокращаются, что составляет потенциальную опасность жизни людей.

Основным путем отказа от традиционных топлив считается переход к альтернативной энергетике (солнечной ветряной и гидроволновой). Однако для транспортного флота первых 2 вида могут обеспечить не более 5% мощности,



вырабатываемой судовыми ДВС [4, 5], а 3-й вид требует существенной перестройки архитектуры судна и ведет к уменьшению объемов перевозимого груза, что отодвигает возможности его внедрения на отдаленное будущее [6].

В этих условиях наиболее перспективным вариантом является переход на водородное топливо, которое относится к экологически чистым, поскольку при его сгорании образуется вода, а его получение возможно электролизом из воды, что делает его запасы данного вида топлива неисчерпаемыми и восполняет потери атмосферного кислорода на его сгорание. Поэтому EU Hydrogen Strategy [7], предусматривает широкое использование водорода и замену им других видов энергии к 2050 г.

Однако с получением, хранением, транспортировкой и применением водорода связан ряд проблем. Поэтому специалисты Региональной газовой компании Украины [8] совместно с учеными Национальной академии наук Украины и Ивано-Франковского национального технического университета нефти и газа в конце июля 2020 г. начинают тестировать влияние водорода на все элементы газовой инфраструктуры на одном из полигонов. Анализ этих проблем и поиск путей их уменьшения является актуальной и важной научно-технической задачей, решение ряда из них составляет главную цель выполняемой работы.

Новые результаты работы и их обсуждение. Научная новизна выполняемой работы заключается в поиске наиболее перспективных путей повышения безопасности получения, хранения, транспортировки и применения водорода.

Анализ процессов получения, хранения и транспортировки водорода показал, что его главная опасность обусловлена минимальными размерами молекулы H_2 , которые позволяют проникать ей сквозь кристаллическую решетку железа – основного металла трубопроводов и баллонов для транспортировки и хранения водорода. Опасность возрастает по мере старения металла. Поэтому дальнейшей задачей выполняемой работы является уменьшение указанной опасности.

Простейший вариант получения водорода – методом электролиза [9], для чего необходима электроэнергия. При выработке ее ТЭЦ необходимо сжигание природного газа или угля, который применяется чаще, поскольку дешевле. Поэтому общее количество выбросов CO_2 увеличивается за счет суммарного КПД системы преобразований тепловой энергии сгорания топлива в электрическую и самого процесса электролиза, который в итоге ниже 50%. Поскольку КПД ДВС $\approx 53\%$, поэтому прямое сжигание в них топлива ведет к меньшему его расходу и к меньшему количеству выбросов CO_2 . Кроме того, эта технология требует больших энергетических затрат. На сегодняшний день для получения 1 м^3 водорода необходимо 20...22 МДж энергии [9]. Однако доля атмосферного кислорода при этом увеличивается, что может компенсировать указанные недостатки.



Наиболее экономичным в настоящее время является получение водорода химическим путем. Основным источником сырья – природный газ метан, а традиционный способ получения H_2 в промышленности – каталитическая конверсия углеводородов метана и его гомологов [10]. Такой процесс в 2 – 3 раза дешевле электролиза. Однако эти процессы ведут к выбросам CO , что не отвечает современным экологическим требованиям [10].

Предлагаемый вариант электролиза основан на использовании альтернативной энергетики, которая не ведет к выбросам CO и CO_2 , появляющихся в ТЭЦ. Предпочтение отдано гидроволновой энергетике [6], поскольку ее удельная мощность выше солнечной и ветряной при меньшей стоимости за 1 кВт/ч. В основу этих работ положен патент на изобретение профессора В.А.Настасенко [11], предлагающий выполнение гидроволновой электростанции в судовом варианте с качанием дуговых грузов-маятников, установленных в корпусе судна на опорные ролики, связанные с роторами электрогенераторов. Электролиз и хранение водорода целесообразны на самой электростанции, с размещением требуемого оборудования в той части судна, которую раньше занимало машинное отделение.

Предлагаемый вариант наиболее эффективен для получения водорода, как топлива для судов, что позволяет решить следующий ряд организационных и технико-экономических задач для морского транспорта, включая проблемы его безопасности:

- не требуется отчуждения земель для электростанций, производящих водород;
- отдельно стоящие станции не оказывают существенных преград судоходству и могут размещаться вблизи портов, что исключает проблему транспортировки и хранения водорода в портах (создание такой инфраструктуры требует значительных капитальных вложений и затрат времени для охвата ею большого количества портов);
- повышается безопасность порта и линий транспортировки (водород взрывоопасен, поскольку его молекулы являются мельчайшими из всех известных на Земле и свободно проникают сквозь кристаллическую решетку металла трубопроводов и баллонов);
- исключаются затраты на транспортировку и обеспечение ее безопасности для уменьшения вредных попутных химических примесей электролиз водорода для электрохимических элементов выполняют из дистиллята с соответствующей маркировкой емкостей для хранения водорода.

Таким образом, требуется лишь решение проблемы доставки водорода на судно и его хранение на судне, что позволяет решить система его гидридного удержания [12]. Гидриды, например, на основе циркония, удерживают вокруг себя до 8 молекул водорода и выделяют его после нагрева. Такой путь обеспечивает безопасное хранение, перевозку и применение водорода. Простота и надежность предлагаемых систем электролиза и хранения водорода способствует их широкому внедрению. В этом случае сдерживающим фактором



является задача совершенствования электрохимических топливных элементов и гидридов.

Выводы и рекомендации:

- Наиболее целесообразным вариантом получения водорода признан электролиз его из воды с применением автономных плавучих гидроволновых электроэнергетических систем маятникового типа в судовом исполнении по патентам на изобретения В.А.Настасенко, что исключает выброс вредных веществ и парниковых газов, возникающих при традиционных методах получения электрической энергии для электролиза водорода.

- Размещение предлагаемых водородных станций в море вблизи портов не оказывает существенных преград судоходству и пассивно повышает безопасность их эксплуатации.

- Наиболее целесообразен вариант применения предлагаемых водородных станций – для обеспечения топливом судов, что исключает проблему его транспортировки и хранения в портах и возникающих при этом опасностей, а также исключает значительные капитальные вложения и затраты времени на создание в портах такой инфраструктуры.

- Простота, относительная дешевизна, надежность и безопасность предлагаемых систем для электролиза и хранения водорода способствует их широкому внедрению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кемпбел К. Грядущий нефтяной кризис – М.: Группа независимых издателей, 1997. – 210 с.

2. Шурляк В. К. Применение альтернативных видов энергии и альтернативных топлив на морских судах / В. К. Шурляк // СПГ как альтернативное топливо для морских судов: материалы Всероссийского Семинара. – СПб: ГМА им. адм. С. О. Макарова, 2012. – 24 с. [Электронный ресурс.] – Режим доступа: www.korabel.ru/filemanager/OTHER/0/0/3.pdf.

3. Белоусов Е.В. Создание и совершенствование твердотопливных поршневых двигателей внутреннего сгорания - Херсон: ОАО "ХГТ", 2006. – 452 с.

4. Настасенко В. О. Порівняння енергетичного потенціалу систем нетрадиційної суднової енергетики // Сучасні енергетичні установки на транспорті і технології та обладнання для їх обслуговування: матеріали 6-тої Міжнародної науково-практичної конференції (24-25 вересня 2015 р.) – Херсон: ХДМА. – С. 73 – 74.

5. Настасенко В. А. Техничко-економическое сравнение основных видов судовой альтернативной энергетики // Сучасні енергетичні установки на транспорті і технології та обладнання для їх обслуговування: матеріали 7-ої Міжнародної науково-практичної конференції (22-23 вересня 2016 р.) – Херсон: ХДМА. – С. 76 – 78.



6. Настасенко В. О., Блах І. В. Сучасний стан суднової гідрохвильової енергетики та його аналіз // Науковий вісник Херсонської державної морської академії : науковий журнал. – Херсон: ХДМА, 2015. – № 1(12). – С. 58 – 65.
7. Электронный ресурс ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen_strategy.pdf.
8. Электронный ресурс <https://104.ua/ru/rgc/id/regionalna-gazova-kompanija-9539>.
9. Якименко Л. М. Электрохимические процессы в химической промышленности. Производство водорода, кислорода, хлора и щелочей. – М.: Химия, 1981. – 280 с.
10. Егеубаев С. Х. Создание современных технологий и катализаторов риформинга углеводородов в производстве водорода и водородсодержащих газов в промышленности России // Катализ в промышленности. – 2001. – № 2. – С. 24 – 32.
11. Патент Российской Федерации на изобретение № 2626188 МПК F 03Н 13/20, H02К 35/00. Плавающая прибрежная гидроволновая электростанция. Заявка № 2014103002/20 от 28.01.14. Патентовладелец и авт. изобр. Настасенко В.А. БИ № 21 от 24.07.2017.
12. Симагина В. И. Гидридные материалы – компактная форма хранения водорода для портативных топливных элементов / В. И. Симагина, О. В. Нецкина, О. В. Комова. // Режим доступа <http://naukarus.com/gidridnye-materialy-kompaktnaya-forma-hraneniya-vodoroda-dlya-portativ-nyh-toplivnyh-elementov>.



ТЕХНОЛОГИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ, ПОВЫШАЮЩАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ СКВАЖИН В НЕФТЕ-, ГАЗОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ

Пелихатый Н.М.

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина
(г. Харьков, Украина)

Селиванов С.Е.

Херсонская государственная морская академия
(г. Херсон, Украина)

Введение. Повышение эффективности эксплуатации скважин на разных стадиях их разработки являются одним из наиболее перспективных направлений в нефте-, газодобывающей отрасли.

На сегодняшний день разработаны несколько направлений в той или иной степени повышающие эффективность эксплуатации скважин и некоторые из них используются для интенсивности притока нефти и газа, повышения нефтеотдачи пласта. К ним относятся разные по принципу действия источники возбуждения все они в конечном результате используют эффект нелинейного взаимодействия интенсивного поля упругих колебаний из нефтегазодонасыщенными породами, что приводит к дегазации и снижению вязкости поровых флюидов, повышению скорости их фильтрации, увеличению проницаемости пласта и коэффициента вытеснения углеводородов.

В данной работе предлагается к рассмотрению разработанная ультразвуковая технология по использованию ультразвуковых колебаний в нефтегазовом комплексе.

Цель работы – повышение эффективности эксплуатации скважин на разных стадиях их разработки при воздействии ультразвуком на призабойную зону.

Исследовательская работа проводилась в Харьковском национальном университете имени В.Н. Каразина. Одним из разработчиков ультразвуковой технологии является д-р физ.-мат. наук, профессор Пелихатый Н.М., проблемой экологичности занимался д-р техн. наук, профессор Селиванов С.Е.

Обзор характеристик ультразвука. Данная технология использует ультразвук. Ультразвук – механические колебания, находящиеся выше области частот, слышимых человеческим ухом (обычно 20кГц). Ультразвуковые колебания перемещаются в форме волны, подобно распространению света. Однако в отличие от световых волн, которые могут распространяться в вакууме, ультразвук требует упругую среду такую как газ, жидкость или твердое тело.

Ультразвук, обладая разными физическими параметрами и характеристиками одной из которой является поглощение ультразвука, т.е. необратимый переход энергии звуковой волны в другие формы, в частности в тепло. Поглощение ультразвука может быть обусловлено различными



механизмами. Большую роль играет вязкость и теплопроводность среды, взаимодействие волны с различными молекулярными процессами вещества.

В результате поглощения ультразвука проявляется превращение акустической энергии в тепловую [1].

Для возбуждения ультразвуковых колебаний и волн в газообразных, жидких и твердых средах применяют устройства – излучатели ультразвука.

Излучатели ультразвука преобразуют в энергию звукового поля энергию какого-либо другого вида. Наибольшее распространение в качестве излучателей ультразвука получили электроакустические преобразователи. В подавляющем большинстве излучателей ультразвука этого типа, а именно в пьезоэлектрических преобразователях, магнитострикционных преобразователях, электродинамических излучателях, электромагнитных и электростатических излучателях, электрическая энергия преобразуется в энергию колебаний какого-либо твердого тела (излучающей пластинки, стержня, диафрагмы и т.п.), которое и излучает в окружающую среду акустические волны. Все перечисленные преобразователи, как правило, линейны, и, следовательно, колебания излучающей системы воспроизводят по форме возбуждающий электрический сигнал; лишь при очень больших амплитудах колебаний вблизи верхней границы динамического диапазона излучателя ультразвука могут возникнуть нелинейные искажения [2].

В качестве материалов для преобразователей используются более 150 различных материалов, обладающих пьезоэффектом – способностью материалов менять свои геометрические размеры под действием электрического поля.

Наибольшее распространение среди материалов, обладающих пьезоэлектрическими свойствами, получили:

- кварц, природный материал, благодаря прочности и устойчивости параметров нашедший самое широкое применение в радиоэлектронике. Свои пьезосвойства кварц сохраняет до 570°C . Но природный материал характеризуется высокой стоимостью, поскольку используется только определенный срез кристалла.

- пьезокерамический искусственный материал на основе титаната бария с добавлением титаната свинца и циркония. Прост в изготовлении и поэтому относительно не дорог [3].

Из пьезоэлектрических материалов изготавливают изделия различной формы и назначения, называемые пьезоэлектрическими элементами. Активное воздействие ультразвука на вещество, приводящее к необратимым изменениям в нём, или воздействие ультразвука на физические процессы, влияющее на их ход, обусловлено в большинстве случаев нелинейными эффектами в звуковом поле. Такое воздействие широко используется в промышленной технологии; при этом решаемые с помощью ультразвуковой технологии задачи, а также и сам механизм ультразвукового воздействия различны для разных сред.

Ультразвуковая технология. Проведя обзор некоторых характеристик при использовании ультразвука перейдем к рассмотрению разработанной нами



ультразвуковой технологии по применению ультразвуковых колебаний в нефтегазовом комплексе.

Данная технология использует ультразвук, излучаемый специально разработанной пьезокерамикой, и поэтому в дальнейшем будет использоваться термин – пьезокерамическая ультразвуковая технология интенсификации добычи (StimCleanUltra Technology) – для отличия от других методов увеличения дебита скважин как акустического, так и не акустического типа.

Оборудование состоит из наземного блока и скважинного прибора.

Излучатель изготовлен на основе пьезокерамических преобразователей.

Скважинный прибор помещен в стальной герметический корпус диаметром 44 мм и длиной до 1,3 м. Прибор соединяется с наземным блоком с помощью геофизического кабеля КГ-3-90-180. Общий вес комплекта аппаратуры не превышает 20 кг (без геофизического кабеля). Потребляемая мощность – не более 4 кВт. Погружаемая часть содержит в себе ультразвуковые вибраторы.

Общий вид ультразвукового оборудования представлен на рис. 1.



Рисунок 1. Ультразвуковое оборудование

Наземная часть состоит из блока питания и управления вибраторами

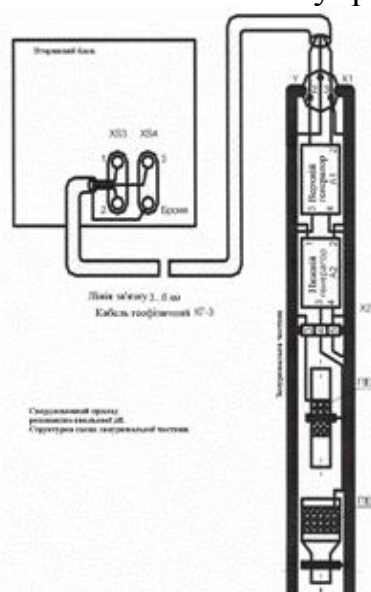


Рисунок 2. Схема технологии использования ультразвукового прибора



Генератор формирует электрические сигналы квазисинусоидальной формы с частотой 20-30 кГц. Электрический сигнал через геофизический кабель подаётся на пьезокерамический преобразователь, где преобразуется в колебания ультразвукового диапазона.

Описываемая аппаратура ультразвукового воздействия применяется при обработке призабойной зоны нефтяных, газовых, газоконденсатных и водяных скважин с целью повышения их дебита.

Эффективность работы аппаратуры определяется такими основными факторами:

- применением при изготовлении аппаратуры элементной базы, прошедшей тщательный отбор по определяющим их качество параметрам
- осуществлением настройки пьезокерамического преобразователя, от чего зависит эффективность работы аппаратуры при её применении
- определением оптимальных режимов работы аппаратуры при использовании её в различных геологических условиях

Описание этих положений и раскрывает сущность «ноу-хау», которое сформировалось за счёт приобретённых знаний и опыта практической работы с аппаратурой на ряде месторождений.

При введении аппаратуры в рабочий режим особое значение приобретают элементы, входящие в резонансную систему:

- выходной блок генератора
- геофизический кабель
- пьезокерамический преобразователь

Таблица 1.

Предварительная информация о скважинах

1. Глубина скважины.
2. Уровень статического (уровень жидкости в скважине) и динамического давлений, величина пластового давления.
3. Температура в призабойной зоне скважины.
4. Интервал перфорации.
5. Глубина, на которую спущены НКТ (насосно-компрессорные трубы).
6. Диаметр НКТ (свободен ли выход из НКТ).
7. Объект эксплуатации (указывается наименование и возраст пород, находящихся в зоне перфорации).
8. Дата пуска скважины в эксплуатацию и первоначальный дебит скважины.
9. Проводилась ли какая-либо обработка призабойной зоны скважины (кислотная, с помощью ПАВ и т.д.) и время ее проведения.
10. Сроки проведения последнего каротажа скважины.
11. Дебит скважины на данный момент (перед обработкой с применением ультразвуковой технологии).
12. Имеется ли нефте-водяной контакт в зоне перфорации (если имеется, то указать его расположение).
13. Указать углеводородный состав нефти.

Эффективная работа аппаратуры ультразвукового воздействия при её использовании для обработки призабойной зоны скважин определяется также и условиями её применения. Следует изучить документацию по скважинам,



которые подлежат обработке, с целью выяснения их технических данных (табл. 1).

Эти сведения дают возможность установить режимы работы аппаратуры и время воздействия на продуктивный пласт, чем и определяется эффективность применения аппаратуры.

Перед применением технологии ультразвукового воздействия на продуктивные пласты необходимо провести геофизические измерения с целью установления зоны перфорации и уровня жидкости, находящейся в скважине. Для этого необходимы следующие техника и оборудование:

1. **Передвижная каротажная лаборатория (должна быть оснащена локатором муфт, гамма-каротажным устройством и скважинным прибором, определяющим уровень жидкости);**
2. **Подъемно-каротажная станция - должна комплектоваться 3-х жильным кабелем, обеспечивающим работу при напряжении между жилами до 1,5 кВт и токе до 5 А (этим требованиям удовлетворяют практически все геофизические кабели. Длина кабеля должна соответствовать глубине, на которой расположена призабойная зона скважины. Необходимо знать, является ли кабель цельным или состоящим из нескольких кусков. Кабельный наконечник должен соответствовать размерам разъема, установленном на ультразвуковом излучателе (диаметр кабельного наконечника должен равняться 36 мм)).**
3. **Подъемно-лубрикаторная установка;**
4. **Передвижная электростанция (3×380 В, мощностью не менее 4,7 кВт)**

На рис. 3 представлен общий вид техники и оборудования для проведения обработки нефтяных и газоконденсатных скважин с целью повышения их дебита.

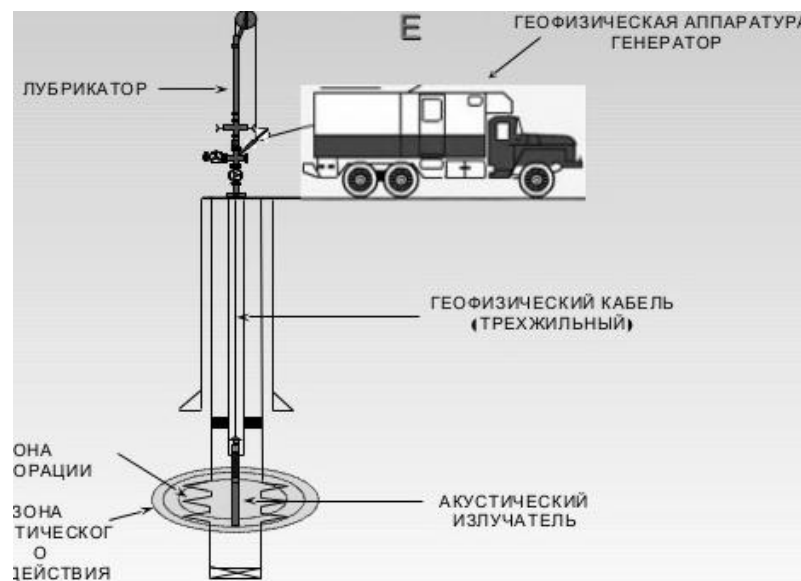


Рисунок 3. Общий вид техники и оборудования

Отметим, что в основе технологии действия ультразвуком на призабойную зону лежат [4]:

- термоакустическое действие;
- ультразвуковой капиллярный эффект;
- гравитационные эффекты;
- ультразвуковая кавитация.

Под действием теплового поля в призабойной зоне происходит разрежение парафиносмолистых осложнений. Влияние акустического поля на жидкую фазу в призабойной зоне заключается в возникновении в ней



знакопеременных (сжатие – растяжение) быстропротекающих высоких градиентов давления, величина которых достаточная для разрушения пространственной структуры коллоиднодисперсных систем (КДС) и смежных слоев жидкости на поверхности поровых каналов.

Ультразвуковой капиллярный эффект увеличивает глубину охвата и интенсивность обработки призабойной зоны химическими реагентами.

Гравитационные эффекты, что возникают у высоко интенсивном акустическом поле, приводят к очистке призабойной зоны от механических добавок, глинистого раствора, твердого парафина и солей.

В жидких средах возникает и протекает специфический физический процесс – ультразвуковая кавитация, обеспечивающий максимальные энергетические воздействия, как на сами жидкости, так и на твердые тела в жидкостях. Ультразвуковая кавитация – основной инициатор физико-химических процессов, возникающих в жидкости под действием ультразвука.

Кавитация – образование в жидкости пульсирующих пузырьков (каверн, полостей), заполненных паром, газом или их смесью.

Отличие действия ультразвуком на призабойную зону от действия низкочастотными колебаниями состоят в следующем:

- создаются значительно большие сжимающие и растягивающие градиенты давления в масштабе, соответственно размерам пор;
- не возникают нарушения цементного камня и разрушения окружающего пласта, то есть действие является бездефектным;
- существует возможность локального и направленного действия на определенные зоны пласта как по его радиусу, так и по мощности;
- происходит комплексное действие на пласт теплом и высокими знакопеременными градиентами давления.

Вывод. Настоящая технология ультразвукового воздействия может быть использована на самых различных этапах эксплуатации скважин: от только осваиваемых до законсервированных, а также применяться совместно с другими методами повышения дебита скважин (например, химическими с помощью ПАВ).

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник. Ультразвуковой контроль материалов / Крауткремер Й., Крауткремер Г. – М.: Металлургия, 1991. – 752 с.
2. Ультразвуковая технология / Агранат Б. А., Башкиров В. И., Китайгородский Ю. И., Хавский Н. Н. – М.: Металлургия, 1974. – 503 с.
3. Применения ультразвука / Балдев Радж, Раджендран В., Паланичами П. – М.: Техносфера, 2006. – 579 с.
4. Применение ультразвука высокой интенсивности в промышленности / Хмелев В. Н., Сливин А. Н., Барсуков Р. В., Цыганок С. Н., Шалунов А. В. Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: 2010. – 203 с.



ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ У НАВЧАЛЬНИХ АУДИТОРІЯХ

Перетяка С.М.

Одеський національний морський університет
(м. Одеса, Україна)

Вступ. Процес навчання студентів відноситься до категорії робіт «легка Іа», тобто робота, що виконується сидячи і не потребує фізичного напруження [1]. До категорії робіт «легка Іб» можливо віднести роботу викладача (роботи, що виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходінням та супроводжуються деяким фізичним напруженням). Ця категорія робіт вимагає оптимальних показників мікроклімату, а саме в холодний період року температуру повітря 22–24 °С, відносну вологість 60–40%, у теплий - температуру повітря 23–25 °С, відносну вологість 60–40%.

Відхилення параметрів мікроклімату (температури, відносної вологості та швидкості руху повітря) від оптимальних призводить до порушення теплового балансу. Людина починає відчувати брак тепла, їй стає холодно. Занадто сильне зниження температури може призвести до надмірного переохолодження організму (гіпотермія), в наслідок чого зменшується функціональна діяльність органів людини, швидкість біохімічних процесів, знижується увага, загальмовується розумова діяльність і знижується працездатність людини. Тривалий вплив високої температури, особливо в поєднанні з підвищеною вологістю повітря, може привести до гіпертермії – стану, при якому температура тіла піднімається до 38 °С і вище. Це викликає порушення роботи серцево-судинного апарату, викликає часте дихання, зниження діяльності травної системи, що в результаті призводить до швидкого стомлення, зниження уваги і працездатності.

Повітря в навчальних приміщеннях повинне бути чистим і не містити шкідливих речовин. На перший погляд це легко забезпечити в навчальних аудиторіях, тому що вони не мають джерел утворення шкідливих речовин. Однак джерелом забруднення є сама людина – завжди існує ймовірність перевищення норми вуглекислого газу внаслідок дихання людей. Людина дихає повітрям, що містить 20 % кисню і 0,04 % вуглекислого газу (CO₂), а видихає суміш, в якій близько 16% кисню і 4% вуглекислого газу.

Основний текст. Дослідження впливу діоксиду вуглецю на самопочуття людей показали, що при високих концентраціях цього газу в повітрі проявляється значне зниження уваги і виникає хронічна втома. Більш того, вуглекислий газ стає причиною підвищеної захворюваності людей. В першу чергу страждає носоглотка і дихальні шляхи, підвищується число астматичних нападів. При тривалому впливі вуглекислого газу на організм людини, в крові починають відбуватися біохімічні зміни, що призводить до ослаблення серцево-судинної системи [2]. Велика концентрація CO₂ в повітрі призводить до



інтоксикації організму і викликає труднощі з диханням, нудоту, головний біль і людина може навіть знепритомніти.

Метою цієї роботи є пошук шляхів покращення якості повітря (безпечна концентрація вуглекислого газу) у навчальних приміщеннях Одеського національного морського університету (ОНМУ).

Комунальні видатки ОНМУ складаються з виплат за теплопостачання, водопостачання, електроенергію та газ і досягли 7,344 млн. грн. у 2019 році. Фінансування університету державою складає близько 29% (2,107 млн. грн.). Таким чином, найбільш «зацікавленим» в зменшенні витрат на комунальні видатки є сам університет.

Головними флагманами видатків є теплопостачання (54%) та електроенергія (29%). За теплопостачання, що забезпечує температуру в корпусах університету, що іноді виходить за межі оптимальних показників мікроклімату необхідно сплачувати величезні гроші (3,972 млн. грн.). Зниження температури неминує призводить до підвищення відносної вологості повітря і як слідство розвиток бактерій та мікроорганізмів шкідливих для здоров'я та посилення тепловіддачі організмом людини. Втрати теплоти у навколишнє середовище визначають температуру у приміщеннях університету. Витрати теплоти на опалювання будівлі залежать від її розмірів, метеорологічних умов у навколишньому середовищі та термічного опору огорожень (стіни, дах, вікна) та від системи вентиляції. На термічний опір впливають за рахунок утеплення приміщень, заміни вікон на енергоефективні. Підвищити ефективність вентиляції можливо за рахунок впровадження утилізації теплоти відпрацьованого повітря та її децентралізації (вентиляція лише тих приміщень де в даний час знаходяться люди і якщо це потрібно).

На сьогодні в університеті картина наступна – «старі» вікна щільно закриваються і поступово замінюються на нові. З утепленням стін ситуація складніша, тому що деякі фасади будівель мають історичну цінність і просте встановлення утеплювача не припустиме. Із-за низької ефективності система примусової витяжної вентиляції вимкнена. Інфільтрація свіжого повітря з зовні практично відсутня. Це з одного боку призводить до зменшення втрат теплоти при вентиляції, а з іншого боку до стрімкого накопичення вуглекислого газу в приміщенні.

Були проведені дослідження в стандартній аудиторії об'ємом 163 м³ (8,5×6×3,2 м), яка розрахована на 40 студентів, для проведення лекцій та практичних робіт. Мета дослідження – динаміка накопичення вуглекислого газу. Для цього вимірювалась температура, відносна вологість повітря та концентрація CO₂.

Для вимірювання концентрації діоксиду застосовувався прилад на базі датчика МН-Z19В, температури і відносної вологості – психрометр аспіраційний МВ-4М. Вимірювання проводилось протягом трьох навчальних пар. Кількість студентів на занятті – 36, 28 та 30 осіб. Під час перерв відкривалось одне вікно і двері для створення протягу. За 4,5 години температура в аудиторії зросла з 15



до 21°C, так і не досягнув оптимальних параметрів мікроклімату. Відносна вологість піднялася з 89 до 95%. Температура навколишнього середовища 13 °С, відносна вологість близько 100% (туман), швидкість вітру за шкалою Бофорта – 3 бала. За першу пару з 8.30 до 9.50 концентрація CO₂ зростає з 400 до 3066 ppm, тобто у 7,5 разів. Після першої перерви (режим провітрювання) нова група розпочала заняття при концентрації 2233 ppm і закінчила при 3480 ppm. Строк першої перерви 10 хвилин (9.50-10.00). Термін другої перерви 20 хвилин (11.20 – 11.40). В цей період за рахунок провітрювання концентрація впала до 2066 ppm. Третя група закінчувала заняття (13.00) при «рекордних» 3835 ppm.

Норми які регулюють вміст CO₂ в Україні відсутні, єдиний діючий документ це Постанова головного державного санітарного лікаря України від 22.07.1996 року № 25. За якою гігієнічний норматив у повітрі робочої зони діоксиду вуглецю – 8000 мг/м³, 3 клас небезпеки. Перерахунок дає 4373 ppm. Таким чином згідно вітчизняних норм в аудиторіях все чудово. У Німеччині в якості гігієнічної орієнтовної величини відповідно до стандарту DIN 1946 застосовується значення CO₂ 1500 ppm. У Фінляндії максимально допустима концентрація CO₂ в приміщенні при нормальних погодних умовах становить 1200 ppm. У норвезьких і шведських нормах для житлових приміщень, шкіл і офісів встановлена максимальна концентрація вуглекислого газу 1000 ppm. У Данії, згідно з нормами органу з охорони праці, вміст вуглекислого газу в дитячих садах, школах і офісах не повинно перевищувати 1000 ppm [3]. Граничнодопустима норма Республіки Білорусь для діоксиду вуглецю у повітрі робочої зони в дорівнює 4917 ppm (9000 мг/м³) [4]. Російська Федерація – оптимальним для здоров'я людини рівнем CO₂ вважається 800-1000 ppm [5].

Висновки. Таким чином, згідно досвіду розвинутих країн, якість повітря у вітчизняних закладах освіти не може вважатися задовільною. Виникає питання як покращити ситуацію з урахуванням, що збільшення повітрообміну неминуче призведе до зростання витрат теплоти на опалювання. При цьому що і університети, і країна мають обмежені фінансові можливості для проведення реконструкції будівель. Тому необхідно в першу чергу впроваджувати заходи які не потребують значних коштів:

1. Прийняти і впровадити санітарні норми, що будуть визначати вміст діоксиду вуглецю у приміщеннях, зокрема, закладах освіти, враховуючи світовий досвід.

2. Забезпечити аудиторії, у першу чергу, розраховані на значну кількість студентів приладами для вимірювання концентрації CO₂.

3. Запровадити практику обов'язкового провітрювання аудиторій на перервах.

4. Змінити розклади занять, таким чином, щоб основний об'єм навчального часу припадав на теплий період року.

5. Впровадити систему енергетичного менеджменту.

До заходів другої черги можливо віднести:



1. Відмова від централізованого опалення як в край не ефективного. Ця система не може забезпечити відповідні параметри мікроклімату. Якість отриманих послуг від теплових мереж незадовільна. Спробуйте знайти гардероби у закладах вищої освіти.

2. Перехід на автономну опалювальну мережу, в межах одного корпусу, з паралельною подачею теплоносія в приміщення. Це дозволить регулювати його подачу в залежності від потреб і вимикати (зменшувати) подачу там де це можливо.

3. Відмова від централізованої примусової припливно-витяжною вентиляцією. В будівлях, в яких не проводилось утеплення на вентиляцію припадає третина втрат теплоти, після встановлення теплової ізоляції на стінах і даху ця складова збільшується до половини [6].

4. Необхідно впроваджувати більш гнучку децентралізовану систему вентиляції – для аудиторій у вигляді рекуператорів теплоти витяжного повітря. Для певних приміщень обмежитись інфільтрацією.

5. Автоматизовані системи вмикання вентиляційних приладів в залежності від якості повітря.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Постанова МОЗ України N 42 від 01.12.99 м. Київ.

2. Лизогуб В. Г. Роль вуглекислого газу в організмі людини. / В. Г. Лизогуб, О. В. Савченко, Ю. С Запека, М. С. Байцер // Первый независимый научный вестник. – 2015. № 4. С. 29 – 32.

3. Рымаров А. Г. К определению требуемого воздухообмена в помещениях общественных зданий в зависимости от качества наружного воздуха / А. Г. Рымаров, В. В. Савичев // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер. Политематическая. – 2014. Вып. 2(33). – С. 4.

4. Гигиенический норматив «Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны». Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь 11.10.2017 г. №92. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 09.11.2017, 8/32492.

5. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.

6. Табунщиков Ю. А. Микроклимат и энергосбережение: пора понять приоритеты. АВОК №5'2008. С. 4 – 12.



КОНТРОЛЬ І НОРМУВАННЯ ЗАПИЛЕНОСТІ ПОВІТРЯ В ОБСЛУГОВУЮЧІЙ РОБОЧІЙ ЗОНІ ПІДПРИЄМСТВ

Харченко С.О., Гаєк Є.А.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра
Василенка
(м. Харків, Україна)

Технологічний процес пересувних зернових сепараторів СВС-15 та ОВС-25 супроводжується виділенням пилу. За характером впливу на людину промисловий пил поділяється на подразнюючий і отруйний. До подразнюючого відноситься пил органічного походження, до отруйних – пил, що містить частинки шкідливих хімічних речовин.

Шкідливий вплив пилу на людину залежить від того скільки пилу потрапило до легень і ступеня дисперсності. Кількість пилу, що вдихається визначається ступенем запиленості приміщення, тому важливим заходом є контроль запиленості повітря на основі вимоги ГОСТ 12.1.005 – 88.

Пил шкідливий для організму, чим менше складові її частки, так як вони можуть глибоко проникати в легені. Особливо небезпечний пил з частками розміром від 1 до 10 мкм.

Крім шкідливого впливу на організм людини, пил, будучи абразивом, збільшує знос обладнання в місцях тертя, що знижує терміни його служби.

Для оцінки запиленості повітряного середовища необхідно знати масу пилу і кількість пилинок в одиниці об'єму повітря, якісний склад пилу, розчинність і токсичність, а також форму частинок пилу.

Запиленість повітря визначають зважувальним, електричним або фотоелектричним способом. Кожен спосіб має забезпечувати виборче визначення вмісту шкідливої речовини в відібраній пробі повітря на рівні 0,5 ГДК.

Тривалість відбору проби при зміні максимально разової гранично допустимі концентрації (ГДК) не повинна перевищувати 30 хв. При необмеженому часі відбору проби метод повинен забезпечувати визначення вмісту шкідливих речовин у повітрі на рівні 0,3 ГДК.

Використання більшості методів ускладнене внаслідок значної кількості налаштувань обладнання, що визначають точність вимірювань. Так Радіоізотопний метод передбачає використання приладів, через фільтр яких проходить запилений повітряний потік, розташований між джерелом радіоактивного випромінювання і детектором цього випромінювання. Підвищення концентрації вловлення пилу на фільтрі скорочує число частинок, що досліджуються джерелом і досягають детектора. Виходячи із зменшення числа реєстрованих детектором частинок, і за відповідними калібрувальними графіками, визначають концентрацію пилу на фільтрі. Відомі радіоізотопні концентратори пилу («Прима01», «Прима-03», РЕП-С-1), що дозволяють проводити аналіз при утриманні пилу в повітрі в інтервалі 0,05...2500 мг/м³.



Однак даний метод не дозволяє провести кінцевий аналіз дисперсності – розмір наявних частинок.

Ступінь поглинання шкідливої речовини фільтром повинна бути не менше 95%. Похибка вимірювань при визначенні змісту шкідливої речовини в відібраній пробі не повинна перевищувати 10, а максимальна загальна помилка – 25%.

Масову концентрацію пилу, що міститься в повітрі, визначають зважувальним методом. Для цього досліджуваній повітря продувається через фільтр, що зважується до і після взяття проби. Обсяг протягнутого повітря вимірюють за допомогою реометр, ротаметра або іншим способом.

Найбільш поширеними фільтрами для забору пилу є аналітичні фільтри аерозольні (АФА) з перхлорвінілового фільтруючого матеріалу (фільтри Петрянова – ФП, або фільтри перхлорвінілові Петрянова – ФПП).

Для дослідження пилу використовують також фільтри АФА -В- 10 і АФА -18 (літера В позначає придатність фільтра для вагового аналізу, цифри 10 і 18 позначають площа фільтру, см).

При відборі проб не рекомендується продувати повітря зі швидкістю більше 60 л/хв. Так як в цьому випадку може збільшитися проскакування пилу через фільтр і зменшитися міцність фільтра, що сприятиме виносу окремих волокон тканини.

Якщо вологість повітря у ваговій кімнаті і в місці відбору проб звичайна, фільтри висушувати не слід. Якщо у виробничих умовах можливе зволоження фільтрів, допускається короткочасне підсушування на повітрі або в ексікаторі.

Концентрацію пилу, мг/м³, розраховуємо за формулою:

$$Q = \frac{(d_2 - d_1) \cdot 1000}{W \cdot t}, \quad (1)$$

де d_1 – маса чистого фільтра, мг;

d_2 – маса фільтра з пилом, мг;

W – швидкість відбору проби, л/хв.;

t – час відбору проби (тривалість), хв.

Поряд з зважувальним необхідно застосовувати рахунковий метод, який служить для визначення числа частинок, що знаходяться в 1 см повітря.

Число пилинок підраховують за допомогою мікроскопа, для чого пил міститься у відомому обсязі повітря, попередньо осідає на предметне скло. Число пилинок в 1 см досліджуваного повітря визначають за формулою:

$$X = \frac{N}{U} = \frac{K \eta_{cp} \cdot F}{U} = \frac{K \eta_{cp} \cdot \Pi r^2}{\Pi \cdot r^2 \cdot h} = \frac{K \cdot \eta_{cp}}{h}, \quad (2)$$

де N – загальна кількість пилинок в ємкості;

U – місткість ємності, см³;

K – кількість клітин (полів зору) в 1 см окуляра мікроскопа;

η_{cp} – середнє число пилинок, підраховуваних в різних полях зору окуляра мікроскопа;

F – площа ємності, см²;



r – радіус ємності см;

h – висота ємності, 3 см.

Результати визначення концентрації пилу в повітрі робочої зони необхідно привести до нормальних умов: температурі 20°C, відносної вологості 50%. Прилади й обладнання, що застосовуються для визначення запиленості повітря повинні відповідати вимогам БНіП (Будівельні норми і правила) 111–4–80. ГДК пилу не повинні перевищувати значень, встановлених ГОСТ 12.1.005–76 і БНіП 245–71.

ЛІТЕРАТУРА

1. Харченко С. О. Обґрунтування параметрів процесу очищення повітряного потоку пилоосаджувальною камерою вібровідцентрових зернових сепараторів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: 05.05.11 / ХНТУСГ ім. П. Василенка. Харків, 2007. – 20 с.

2. Клименко А. П. Методы и приборы для измерения концентрации пыли. Москва: Химия, 1978. – 208 с.

3. Калаева С. З. Исследование процесса очистки воздушных потоков от мелкодисперсной пыли в центробежноинерционном аппарате пылеулавливания / С. З. Калаева, К. М. Муратова, Я. В. Чистяков // Известия Тульского государственного университета. Науки о земле: сб. науч. тр. 2017. №. 3.

4. Гаєк Є. А. Обґрунтування параметрів процесу очищення повітряного потоку ротаційним циклоном пересувних зернових сепараторів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: 05.05.11 / ХНТУСГ ім. П. Василенка. Харків, 2020. – 22 с.



РЕГІОНАЛЬНЕ УПРАВЛІННЯ В КОНТЕКСТІ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ

Чорна Т.М., Гусятинський М.В.

Університет державної фіскальної служби України
(м. Ірпінь, Україна)

Гусятинська Н.А.

Національний університет харчових технологій
(м. Київ, Україна)

Збереження довкілля та його складових є одним пріоритетів внутрішньої та зовнішньої політики України, що зумовлено як національними соціально-економічними й екологічними реаліями, так і міжнародними зобов'язаннями країни. Так, наразі для України характерними є такі екологічні проблеми загальнодержавного масштабу як зміна клімату, забруднення атмосферного повітря, проблеми водних ресурсів, деградація та забруднення ґрунтів, проблеми, пов'язані з експлуатацією надр, збереження біорізноманіття, поводження з відходами. Крім того, актуальними є проблеми окремих територій – незаконний видобуток бурштину, екологічна ситуація на Донбасі, зона відчуження тощо. Велика кількість укладених міжнародних угод, протоколів, конвенцій екологічного характеру є свідченням зростання масштабів та інтенсивності впливу діяльності людини на навколишнє природне середовище, а також загального занепокоєння погіршенням стану довкілля [2].

Ратифікація Угоди про асоціацію з Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії поставила перед Україною необхідність взяти на себе ряд зобов'язань, зокрема щодо посилення природоохоронної діяльності (умови Глави 6 «Навколишнє середовище» й Додатку ХХХ до неї, що містять регламенти та директиви, які Україна повинна впровадити у визначений часовий проміжок з метою реалізації цілей сталого розвитку і зеленої економіки у довгостроковій перспективі).

Важливу роль в питаннях охорони, раціонального використання та відтворення навколишнього природного середовища та його складових відіграють стратегічні документи екологічної політики (стратегії, плани, програми тощо). При цьому програмні екологічні засади повинні бути пріоритетними складовими не лише національних стратегічних документів щодо державної екологічної політики. Відмінності соціально-економічного розвитку регіонів України зумовлюють нерівномірне техногенне навантаження на навколишнє природне середовище [3]. Відповідно національні плани дій повинні інтегруватися в регіональні програми соціально-економічного розвитку та деталізуватися на рівні регіональних планів дій з охорони НПС, на основі яких мають розроблятися відповідні місцеві плани дій, підготовлені на рівні територіальних громад та міських рад. Крім того, питання охорони НПС повинні бути обов'язковими елементами інших видів державної політики (економічної, соціальної, галузевої, секторальної тощо) [1].



Наразі серед основних стратегічних документів державної екологічної політики України слід відмітити наступні: Основні засади (стратегія) державної екологічної політики України на період до 2030 року; Концепція реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2030 року; План заходів щодо виконання Концепції реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2030 року; Загальнодержавна програма розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро на період до 2021 року; Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року; Національний план управління відходами до 2030 року; Стратегія сталого розвитку «Україна-2020»; Державна стратегія регіонального розвитку на період до 2020 року (наразі Кабінет міністрів ухвалив проект постанови про затвердження державної стратегії регіонального розвитку на 2021-2027 роки).

Слід відмітити, що сучасний стан впровадження в дію екологічних стратегічних документів в Україні потребує удосконалення, оскільки [1]: деякі важливі екологічні стратегічні документи не містять конкретного механізму впровадження і, відповідно, не можуть бути належним чином реалізовані; відсутні спеціальні стратегічні документи щодо окремих напрямів екологічної політики України, необхідність прийняття яких обумовлена вимогами національного законодавства та міжнародними зобов'язаннями нашої держави (наприклад, щодо збереження біологічного різноманіття; щодо збереження лісів та розвитку лісового господарства; щодо розвитку природно-заповідного фонду та формування Національної екологічної мережі; щодо збереження екологічного стану Чорного та Азовського морів тощо).

Загалом в Україні питання захисту довкілля регулюють понад 40 законів та сотні підзаконних нормативно-правових актів, проте система відповідальності за екологічні правопорушення, забезпечення дотримання екологічних прав людини залишається слабкою та неефективною [6]. Низькі ставки екологічних податків не забезпечують реалізації принципу «забруднювач платить», а кошти екологічного податку далеко не повністю спрямовуються на здійснення заходів щодо охорони навколишнього природного середовища. Крім того, використання коштів екологічних фондів пов'язане з рядом негативних тенденцій, зокрема [7]: маніпуляція уповноваженими органами переліком природоохоронних заходів, а саме підведення під нього тих, які де-факто не стосуються охорони довкілля; Постанова КМУ «Про природоохоронні заходи» фактично дозволяє провести будь-який захід, якщо його правильно подати та прописати, навіть якщо його результати будуть відверто шкідливими для довкілля (наприклад, використання пестицидів в лісовому господарстві); фактично відсутність моніторингу ефективності природоохоронних заходів; відсутність системи належного планування виділення коштів на природоохоронні заходи та ін.

Наразі для України характерні суттєві регіональні відмінності екологічного навантаження та стану екологічної безпеки територій, обумовлені різноманітністю природокористування та господарською діяльністю населення. Екологічні проблеми суттєво обмежують соціально-економічний розвиток



суспільства, котрий знаходиться у безпосередньому взаємозв'язку з якістю навколишнього природного середовища. На основі аналізу екологічної ситуації регіони України можна згрупувати залежно від рівнів їх екологічної безпеки [4]: високий рівень – Чернівецька, Закарпатська, Тернопільська області; підвищений рівень – Житомирська, Черкаська, Вінницька, Кіровоградська області та м. Київ; середній рівень – Херсонська, Сумська, Рівненська, Волинська, Львівська, Івано-Франківська області; помірний рівень – Харківська, Запорізька, Хмельницька, Чернігівська, Київська, Полтавська, Миколаївська області; низький рівень – Одеська, Луганська, Донецька, Дніпропетровська області. Середній рівень по Україні визначається як низький.

Невід'ємною складовою національної екологічної політики є екологічна політика на рівні регіонів, оскільки соціально-економічна стабільність держави в цілому певною мірою залежить від вирішення регіональних екологічних проблем. Тим більше, із врахуванням тенденцій до децентралізації управління та підвищення ролі соціально-економічного розвитку регіонів.

Регіональна екологічна політика включає в себе два аспекти – екологічну політику держави стосовно регіонів (державна регіональна екологічна політика, яка реалізується центральними органами державної влади), та екологічну політику в регіонах, яка забезпечується місцевими органами влади і самоврядування.

Нажаль, у розвитку регіональної політики України досі характерні тенденції до недооцінювання необхідності забезпечення екологізації регіональної політики в умовах «зеленого» зростання, якісного відтворення потенціалу регіонів на еколого-соціально-економічних засадах, гармонізації геопросторових відносин між країною та регіонами, що потребує суттєвих змін як в контексті реформування регіональної політики, так і в системі формування та реалізації державної екологічної політики.

Таким чином, Перед Верховною Радою України, Урядом і органами місцевого самоврядування на сьогодні стоїть дуже важливе завдання: розробити ефективну систему захисту довкілля, а разом з тим і захисту людини як його частини.

До основних пріоритетів екологічної політики України, в тому числі як напрямів екологічної політики, перспективних для активності громадськості, бізнесу, влади є [1]: зміна клімату; забезпечення екологічно збалансованого природокористування; охорона природних ресурсів та природних комплексів і систем: атмосферного повітря, вод, земель і ґрунтів, лісів, надр, біологічного та ландшафтного різноманіття, природно-заповідного фонду/екомережі; надзвичайні ситуації природного і техногенного характеру; відходи та небезпечні хімічні речовини; біологічна безпека; інтеграція екологічної політики та удосконалення системи інтегрованого екологічного управління; екологічна освіта та навчальна підготовка, доступ до інформації з питань навколишнього середовища та процесу прийняття рішень; регіональна екологічна політика; екологічні збори.



Положення екологічної політики загальнодержавного рівня повинні бути інтегровані в екологічну політику окремих регіонів з врахуванням специфіки їх соціально-економічного розвитку, техногенного навантаження на навколишнє природне середовище тощо. На сучасному етапі метою екологічної політики органів місцевої влади має бути визначення стратегічних напрямів розвитку територій з оптимальним використанням природних ресурсів в умовах збереження довкілля, тобто розробка концепцій екологічної політики відповідними радами. Від діяльності органів місцевої влади, переходу від планів і програм соціально-економічного характеру до комплексних програм сталого розвитку залежить зміна ставлення до охорони довкілля не як до другорядної сфери, а як до ключового чинника розвитку місцевості [5].

Враховуючи викладене, першочерговими завданнями для місцевих органів виконавчої влади є наступні: розроблення регіональних та місцевих програм з будівництва та реконструкції об'єктів природоохоронної інфраструктури на основі їх інвентаризації, оцінки стану та ефективності функціонування; співпраця з органами державного екологічного контролю, налагодження системи екологічного моніторингу, забезпечення притягнення до відповідальності порушників природоохоронного законодавства та його вимог до природокористування; забезпечення спільно з органами місцевого самоврядування розроблення та реалізації місцевих програм охорони навколишнього природного середовища. Розроблення, впровадження та виконання місцевих планів сприятиме посиленню значення органів місцевого самоврядування у процесі реалізації державної екологічної політики, забезпечить визначення напрямів її вдосконалення з урахуванням регіональної специфіки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Аналітичний звіт «Базове дослідження стану та напрямів розвитку екологічної політики України та перспектив посилення участі організацій громадянського суспільства у розробці та впровадженні політик, дружніх до довкілля» (період: 2018 – січень 2019 рр.). URL: https://www.irf.ua/wp-content/uploads/2019/12/baseline-research_report_publishing-dec-2019.pdf (дата звернення 01.08.2020).

2. Буковинський В. С. Аналіз інвестиційних механізмів Кіотського протоколу / В. С. Буковинський, Н. А. Гусятинська, Т. М. Чорна // Збірник наукових праць Ірпінської фінансово-юридичної академії (економіка, право). 2013. Вип. 2. – С. 11 – 22.

3. Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text> (дата звернення 01.08.2020).

4. Майстро С. В., Коленов О. М. Проблеми та протиріччя державної екологічної політики на регіональному рівні. URL:



<http://www.kbuara.kharkov.ua/e-book/db/2014-1/doc/2/02.pdf> (дата звернення 25.07.2020).

5. Патока І. В. Економічні механізми формування місцевої екологічної політики та напрями її реалізації в умовах реформування владних повноважень в Україні. Економіка і суспільство. 2017. Випуск № 13. – С. 924 – 929.

6. Постанова Верховної Ради України «Про Рекомендації парламентських слухань на тему: «Пріоритети екологічної політики Верховної Ради України на наступні п'ять років» від 14.01.2020 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/457-20#Text> (дата звернення 31.07.2020).

7. Сагайдак І. С., Биховченко В. П. Щодо цільового використання коштів фондів охорони навколишнього природного середовища. Ефективна економіка. 2020. № 3. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=7734> (дата звернення: 05.08.2020).



ОСОБЛИВОСТІ МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ ОДНОЯРУСНИХ САМОХІДНИХ БУДИНКІВ НА ВОДІ

Щедролосєв О.В., Терлич С.В., Коновалова А.В., Щедролосєв М.О.

Херсонська філія Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
(м. Херсон, Україна)

Вступ. Плавучі будинки, дачі, «хаус-боути» - відносно новий напрямок у сучасному суднобудуванні. Проте ці об'єкти швидко та надійно завоювали стійку позицію у рейтингах продаж та симпатії у прихильників водного туризму. Плавучі будинки використовують в основному для відпочинку у закритих водоймищах, на річках та у прибережних морських затоках. Нерідко плавучі дача використовують для проведення гідротехнічних, науково-дослідних та інших робіт за рахунок їх достатньої міцності, остійності та надійності експлуатації [1, 2].

Актуальність дослідження. В Україні цікавість до плавучих будинків виник нещодавно, що у значному ступені пов'язано із цінами на житло [3]. Для плавучого будинку немає необхідності вирішувати питання кадастру та відповідні санітарно-битові умови.

Аналіз останніх публікацій за тематикою дослідження. У статті авторами прийнято до уваги типоряд плавучих будинків, запропонованих у дослідженні [3] (рисунок 1), які за морехідними якостями відповідають вимогам Регістру судноплавства України [4].



Рисунок 1. Проект дому на воді типу «С-Туре»

В той же час, на відміну від базових проектів, які мають самопідймальну основу, запропоновано універсальний самохідний понтон тримаранного типу. Конструктивну схему понтону та його 3D модель наведено на рисунку 2.

Переваги плавучого будинку. Плавучи й будинок за рівнем комфорту може бути порівняний із наземним житлом, а для яхти чи катера навіть перевищувати цей рівень. Він може будь-який час базуватися в конкретній точці, але при бажанні може бути переміщений у будь-яке місце. За своїми



характеристиками плавучий будинок не підлягає нагляду класифікаційних товариств, а лише вимогам Державного нагляду судноплавства. Будинок може бути складеним із будь-яких доступних матеріалів. Плавучий будинок не реєструється як нерухомість. Плавучий будинок має можливість підійти до будь-якого узбережжя завдяки малій осадці.

Недоліки плавучого будинку. Необхідність постійного контролю технічного стану корпусу, забезпеченню плавучості, остійності, непотоплюваності. Практично повна відсутність в Україні юридичної бази щодо плавучих будинків. Складність життєзабезпечення при низьких температурах. Підвищена вологість, шум, вібрація. При необхідності ремонту на судноремонтному підприємстві – організаційні проблеми та пошук тимчасового житла.

Виділення раніше недосліджених питань. У якості рушіїв доцільно використати підвісні мотори, як дешевий та доступний варіант, що не потребує забезпечення непроникності дейдвудної труби для лінії вала, а двигуни максимально доступні для обслуговування та ремонту.

Виконано попередню оцінку ходовості плавучого будинку. Основним завданням при визначенні ходових характеристик є оцінка опору руху. Складність пов'язана із наявністю повздовжніх труб – корпусів тримарану, між якими виникає інтерференція хвильових систем (цей ефект має місце при швидкостях більше 4 вузлів). Також на опір впливають поперечні труби. Вони спричиняють хвильовий опір та опір форми.

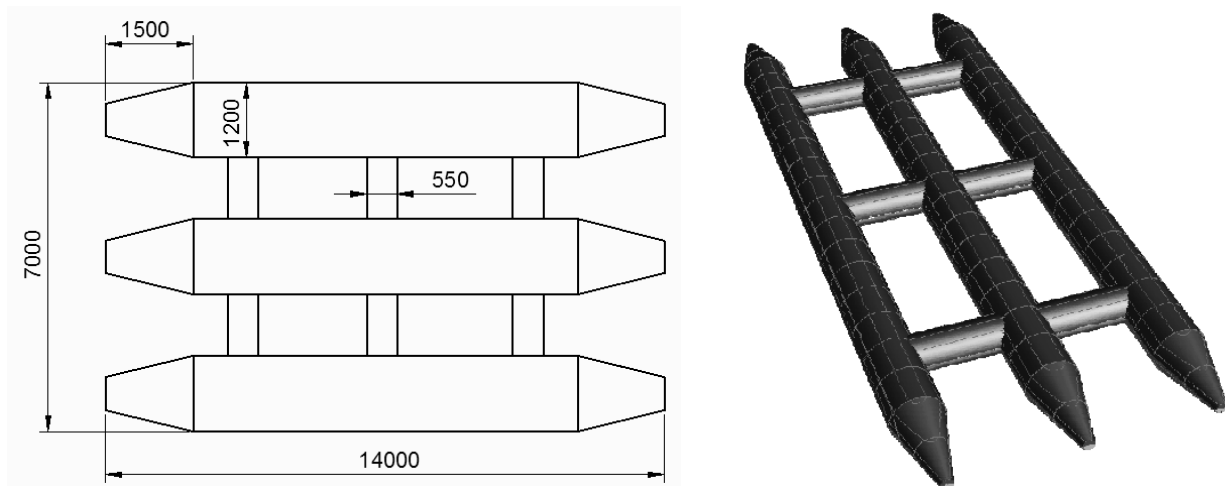


Рисунок 2. Конструкція понтона плавучого будинку (ліворуч) та його 3D-модель у середовищі FreeShip+

Опір тертя розраховано традиційними методами теорії корабля через сумарну площу змоченої поверхні. Додатково враховано опір форми усіх поперечних труб у припущенні, що вони не впливають одна на одну. Це припущення не повинне привести до великої похибки, оскільки відстань між вісями більше 4-х діаметрів. Коефіцієнт лобового опору прийнято 0,45. Хвильовий опір не враховувався. При швидкості 4 – 5 вузлів воно не може бути істотним.



У якості рушія для плавучого дому прийнято два гребних гвинта, які розташовано у кормі бокових корпусів. Розрахунки виконувались для двох діаметрів гвинтів – 0,40 м та 0,55 м. Перший з них приблизно відповідає радіусу поперечних труб, а другий – повздовжніх. Діапазон швидкостей дослідження – 1...6 вузлів.

Визначенню підлягали раціональна частота обертання, крокові відношення та ККД гребного гвинта. Слід помітити, що при прийнятих припущеннях кавітація не представляє небезпеки при швидкостях, що не перевищують 6 вузлів, для гвинтів діаметром як 0,55 м, так і 0,40 м. Гвинти прийнятих діаметрів виходять важко навантаженими. Причини цього – погано обтічна форма підводної частини, мала осадка, яка сприяла на малий діаметр гвинтів. Результат – невисокий ККД (20...27%). Необхідна потужність все ж невелика у зв'язку з невеликою швидкістю; при швидкості вузлів вона становить орієнтовно 25 – 35 кВт (на один з двох двигунів).

Раціональна частота обертання гвинта становить 3400 об·хв⁻¹ для гвинта діаметром 400 мм і 1600 об / хв для гвинта діаметром 550 мм. ця частота пропорційна швидкості, а потужність – кубу швидкості. Оптимальні крокові відношення для меншого гвинта – близько 0,65; для більшого – 0,70.

Висновок. Оригінальна конструкція плавучого будинку на базі понтона з труб не дозволяє скористатися прототипами і вимагає особливого підходу до проектування. Попередні розрахунки плавучості, остійності та ходовості показали, що проектувана судно може володіти необхідними морехідними якостями для експлуатації у прибережних районах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Антоненко, С. В. Выбор пропульсивного комплекса для судов с несколькими режимами движения [Текст] / Антоненко С. В., Китаев М. В. // Морской сборник. 2012. Т. 1978., № 1. С. 57 – 62.
2. Житников, И. В. Оценка мореходных характеристик плавучего дома [Текст] / И. В. Житников, В. В. Новиков, С. В. Антоненко // Мореходство и морские науки-2012: избранные доклады Четвёртой Сахалинской региональной морской научно-технической конференции (5 – 7 сентября 2012 г.). Южно-Сахалинск: СахГУ, 2012. – С. 115 – 123.
3. Шехоркина, С. Е. Рациональное проектирование конструкций малоэтажных жилых зданий на воде : дис...канд. техн. наук / С.Е. Шехоркина. – Днепропетровск, 2013. 168 с. – Библиогр.: С. 123 – 138.
4. Регістр судноплавства України. Правила класифікації та побудови малих суден. Том 2. – Київ.: Регістр судноплавства Україн, 2011. – 394 с.



ПОПЕРЕДЖЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ БАЛАСТНИХ ВІДСІКІВ СУДЕН ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ ПРИСТРОЮ З ВИКОРИСТАННЯМ ПЛАВАЮЧИХ ІНГІБІТОРІВ

Щедролосєв О.В., Узлов О.М., Коновалова Г.В., Кириченко К.В.

Херсонська філія Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
(м. Херсон, Україна)

При експлуатації суден особливо сильно піддаються корозії й руйнуванню металоконструкції баластних відсіків і цистерн водяного баласту, в яких вологість знаходиться в межах близько 100 %.

Рішення проблеми захисту металоконструкцій баластних відсіків від корозії, з урахуванням захисту морського середовища, може бути досягнуте шляхом застосування плаваючих шарів водонерозчинних інгібіторів.

Основною проблемою використання плаваючих інгібіторів, а також мастик, які наносяться «флотаційним» способом, є неприпустимість викиду розчинів за борт.

Для попередження викиду інгібірованого мастила при роботах з нанесення на внутрішні поверхні відсіків масляної плівки, рекомендується при проектуванні передбачати пристрій, що забезпечує автоматичне відключення баластних насосів при досягненні дзеркалом масляного шару рівня воронкоутворення. При цьому рекомендується забезпечити можливість подачі баластної води в один з відсіків.

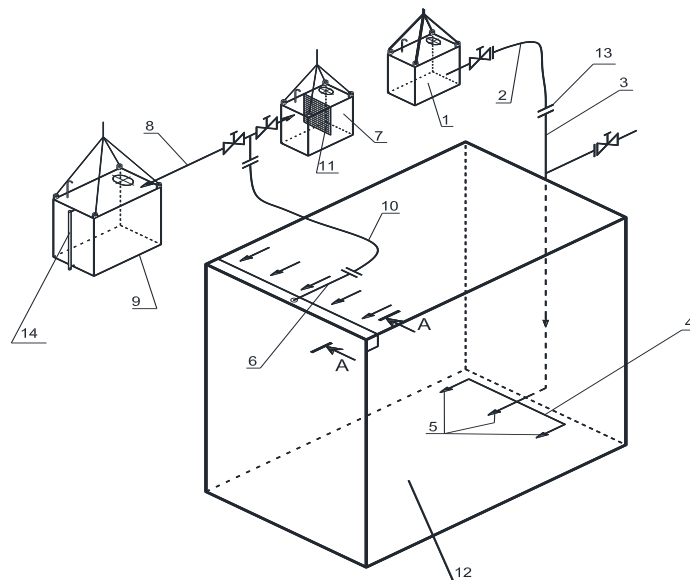


Рисунок 1. Системи для застосування плавучих інгібіторів «флотаційним» методом [12], де 1 – переносна цистерна приготування і подання плаваючих інгібіторів мастила, 2 – переносний шланг, 3 – трубопровід, 4 – колектор, 5 – патрубок, 6 – повітряна труба, 7 – цистерна збору залишків покриттів, 8 – трубопровід, 9 – відстійна цистерна, 10 – переносний шланг, 11 – захисний перфорований лист, 12 – цистерна чистого баласту наливного судна, 13 – заглушка; 14 – водовказівна колонка



Конструкція містить переносну цистерну приготування і подання плаваючих інгібіторів мастила 1, яка за допомогою переносного шланга 2 під'єднується до трубопроводу 3. У кінці трубопроводу встановлений колектор 4 із патрубком 5, через який покриття поступає в цистерну чистого баласту наливного судна 12. Системи для застосування плавучих інгібіторів «флотаційним» методом суден показані на рис. 1.

Відведення залишків покриттів здійснюється по повітряній трубі 6 і переносному шлангу 10 у переносну цистерну збору залишків покриттів 7. Виведення забрудненої води з баластної цистерни наливного судна здійснюється у відстійну цистерну 9 через трубопровід 8. Конструкція для виведення залишків покриття показана на рис. 2.

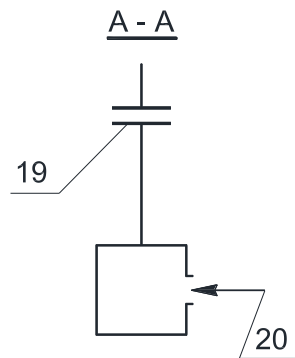


Рисунок 2. Конструкція для виведення залишків покриття: 19 – глухий фланець; 20 – залишки покриття

Для цього цистерна чистого баласту забезпечується:

- переносною цистерною 1 для приготування і подання потрібної кількості покриттів, яка під'єднується за допомогою переносного шланга 2 до трубопроводу прийому покриттів 3;
- у кінці трубопроводу 3 встановлений колектор прямокутного перерізу 4 з патрубком 5, через які покриття рівномірно поступає в цистерну чистого баласту;
- на повітряній трубі 6 цистерн, у свою чергу, встановлені:
- переносна цистерна 7 збору залишків покриттів, а також трубопровід 8 відведення води з цистерни чистого баласту у відстійну цистерну 9.

Цистерна 7 з'єднується з повітряною трубою 6 переносним шлангом 10.

По мірі заповнення цистерни чистого баласту (доцільно чистою прісною водою) вона подається в нижню частину цистерни при мінімальній швидкості підйому плаваючого шару інгібірованого покриття, яке піднімається разом з баластом. Викид інгібірованого масла за борт через повітряну трубу, викликаний гідравлічним ударом, що утворюється у момент заповнення баластом усього об'єму, запобігається цистерною збору залишків покриттів і захисним перфорованим листом 11.



Для підготовки, завантаження й видалення покриттів, що залишилися, доцільно виготовити спеціальний переносний стенд (рис. 3, 4).

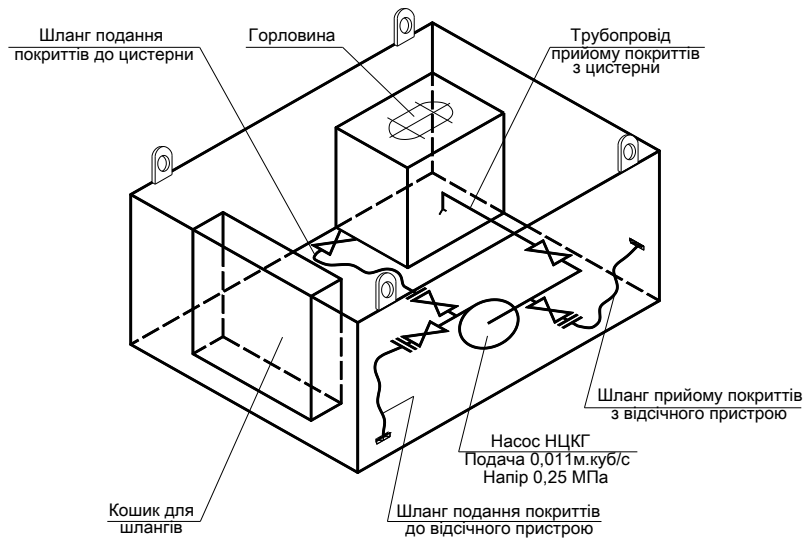


Рисунок 3. Переносний стенд

На переносному стенді встановлені:

- а) цистерна ємністю $V = 2,0 \text{ м}^3$;
- б) насос;
- в) обуки для стропування й переміщення стенда за допомогою крана;
- г) трубопроводи для приймання й подачі покриттів насосом;
- д) шланги для приєднання стенда до трубопроводів відсічного пристрою;
- е) на цистерні горловина для огляду внутрішніх поверхонь цистерни;
- ж) щиток манометровий для контролю роботи насоса;
- з) комінгс висотою 150 мм від протоки покриттів;
- и) днище стенда (з комінгсом піддона) від протоки покриттів.

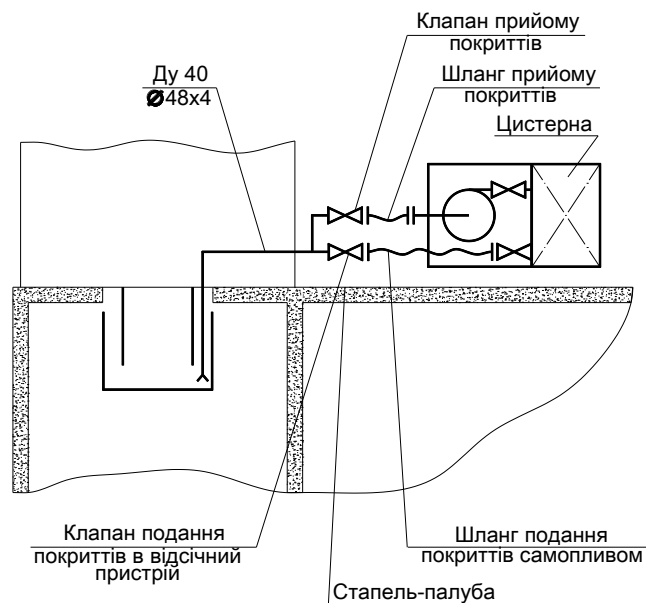


Рисунок 4. Схема установки переносного стенда



При завантаженні покриттів у відсічний пристрій необхідно:

- 1) попередньо відсічний пристрій залити водою, щоб виключити потрапляння захисних покриттів у нижню зону;
- 2) приєднати шланг подачі покриттів самопливом;
- 3) відкрити клапан подачі покриттів самопливом;
- 4) після завантаження покриттів клапан закрити й зняти шланг.

При видаленні залишків покриттів з відсічного пристрою необхідно:

- приєднати шланг приймання покриттів;
- відкрити клапан приймання покриттів;
- включити насос;
- після видалення покриттів насос виключити, клапан закрити й зняти шланг.

Упровадження удосконаленої конструкції антикорозійного захисту баластних відсіків дозволяє забезпечити антикорозійний захист баластних відсіків суден без виведення їх з експлуатації, з дотриманням вимог МАРПОЛ 73/78 щодо запобігання забруднення морів з суден.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кириченко, К. В. Анализ современного состояния коррозионной защиты цистерн чистого балласта транспортных, нефтеналивных судов и плавучих ремонтных доков [Текст] / К. В. Кириченко // *Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyasının Elmi Əsərləri*, Баку: Азербайджанська Державна Морська Академія, 2016. – Вип. 2. – С. 33 – 38.
2. Александров, В. Л. Технология судостроения: уч. для вузов [Текст] / В. Л. Александров, А. Р. Арью, Э. В. Ганов; под общ. ред. А. Д. Гармашева. – СПб: Профессия, 2003. – 342 с.
3. Щедролов, А. В. Усовершенствование конструктивно-технологических схем балластных систем для антикоррозионной защиты с использованием плавающих ингибиторов [Текст] / А. В. Щедролов, А. Н. Узлов, К. В. Кириченко // *Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyasının Elmi Əsərləri*, Баку: Азербайджанська Державна Морська Академія, 2017. – Вип. 2. – С. 47-53.
4. Горбонос, В. А. Защита от коррозии корпуса судов, балластных танков и систем [Текст] / В. А. Горбонос // *Вологдинские чтения*. – 2010. – № 78. – С. 141 – 148.
5. Степанов, Г. А. Обеспечение ремонтпригодности балластных отсеков композитных ремонтных плавучих доков [Текст] / Г. А. Степанов, А. Н. Узлов // *Рибне Господарство України*. – 2011. – Вип. 1. – С. 28 – 33.
6. Щедролов, О. В. Способи використання сучасних інгібіторів корозії для захисту баластних відсіків суден та плавучих споруд [Текст] / О. В. Щедролов, К. В. Кириченко / *Матеріали дев'ятої Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні та інноваційні технології на*



транспорті МІНТТ-2017» (23-25 травня 2017 р.). – м. Херсон: ХДМА, 2017. – С. 378 – 379.

7. Маттссон, Э. Электрохимическая коррозия [Текст] / Э. Маттссон; под ред Колотыркина. – Москва: Металлургия, 1991. – 158 с.

8. Кашковский, Р. В. Перспективы развития метода раздельной оценки вкладов пленки ингибитора и продуктов коррозии в общий защитный эффект [Текст] / Р. В. Кашковский // Вестник тамбовского университета – 2013. – Вып. 5. – Т. 18. – С. 2167 – 2170.

9. Габитов, А. И. Разработка высокоэффективных ингибиторов коррозии комплексного действия как одно из приоритетных направлений мирового научно-технического прогресса [Текст] / А. И. Габитов, Д. Е. Бугай, Л. З. Рольник, Л. К. Кузнецов // Башкирский химический журнал. – 2009. – Вып. 2, Т. 16. – С.190 – 192.

10. Выхристюк, П. Н. Защита плавучего дока от коррозии плавающим слоем ингибитора СПЭК и смазками [Текст] / П. Н. Выхристюк // Технология судостроения. – 1970. – Вып. 8. – 64 с.

11. Патент на корисну модель МПК В63В 43/06 Танк ізольованого баласту наливного судна / Щедролосоєв О. В., Рашковський О. С., Узлов О. М., Кириченко К.В. № 117657. – Бюлетень № 13 від 10.07.2017.

12. Щедролосоєв, О. В. Удосконалення схем баластних систем із застосуванням плаваючих інгібіторів [Текст] / О. В. Щедролосоєв, О. М. Узлов, К. В. Кириченко // Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці» (12-14 жовтня 2016 р.). – Миколаїв: НУК, 2016. – С. 35 – 37.

13. Міжнародна Конвенція по запобіганню морів з суден MARPOL 73/78.



ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

АБРАМОВ Геннадій Серафимович,
кандидат фізико-математичних наук,
доцент, заступник завідувача кафедри
судноводіння та електронних
навігаційних систем

АБРАМОВ Олексій Дмитрович,
аспірант

АБРАМОВА Наталія Миколаївна,
завідувач відділу

АНДРОНОВ Владимир Анатольович,
доктор технічних наук, професор,
заслужений діяч науки і техніки України

БАБЕНЧУК Микола Святославович,
капітан 1 рангу, начальник кафедри
корабельної енергетики і
електроенергетичних систем

БАБИЙ Михайло Володимирович,
кандидат технічних наук, доцент
кафедри експлуатації суднових
енергетичних установок

БАБІЧ Артем Володимирович
кандидат фізико-математичних наук,
Вчений секретар інституту

БАЖИНОВ Олексій Васильович,
доктор технічних наук, професор

**БАЖИНОВА Наталія
Олександрівна**, старший викладач

Херсонська державна морська
академія, м. Херсон, Україна

Херсонський національний
технічний університет, м. Херсон,
Україна

Фізико-хімічний інститут захисту
навколишнього середовища і
людини МОН України та НАН
України, м. Одеса, Україна

Національний університет
цивільного захисту України,
м. Харків, Україна

Інститут Військово-Морських Сил
Національного університету
«Одеська морська академія»
м. Одеса, Україна

Херсонська державна морська
академія, м. Херсон, Україна

Інститут електрофізики і
радіаційних технологій НАН
України, м. Харків, Україна

Харківський національний
автомобільно-дорожній
університет, м. Харків, Україна

Житлово-комунальний коледж
Харківського національного
університету міського
господарства, м. Харків, Україна



БАЗАЛЕЕВ Микола Іванович, доктор технічних наук, старший науковий співробітник

БЕЛИКОВ Владимир Борисович, президент, кандидат технічних наук

БЕНЬ Андрій Павлович, кандидат технічних наук, професор, проректор з науково-педагогічної роботи

BLUCHER Boris, Professor

БОЛІБРУХ Борис Васильович, доктор технічних наук, професор кафедри цивільного захисту

БОРИСЕНКО Катерина Ігорівна, адміністратор бази даних

БРЮХОВЕЦЬКИЙ Василь Вікторович, доктор фізико-математичних наук, завідувач відділу

БУГАЕВА Світлана Вікторівна, доцент кафедри морські і річкові порти, водні шляхи та їх технічна експлуатація

БУЛГАКОВА Юлія Вікторівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри управління комерційною діяльністю залізниць

ВАЛЬЧЕНКО Олександр Іванович, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри безпеки життєдіяльності та фізичного виховання

ВАРБАНЕЦ Роман Анатолійович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри суднових енергетичних установок та технічної експлуатації

Інститут електрофізики і радіаційних технологій НАН України, м. Харків, Україна

Академічний центр екології та безпеки життєдіяльності, ТОВ «ВББ», м. Дніпро, Україна
Херсонська державна морська академія, м. Херсон, Україна

Indiana State University, Terra Hoyte, USA

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

Морській коледж, Херсонська державна морська академія, м. Херсон, Україна

Інститут електрофізики і радіаційних технологій НАН України, м. Харків, Україна

Одеський національний морський університет, м. Одеса, Україна

Державний університет інфраструктури та технологій (ДУІТ), м. Київ, Україна

Державний університет телекомунікацій, м. Київ, Україна

Одеський національний морський університет, м. Одеса, Україна



ВАСЮХИН Михайло Іванович,
доктор технічних наук, професор,
провідний науковий співробітник

ВИДЖАЙ Сінг
(Vijai Pal Singh)

ВИШНЯКОВ В.И.

ВОДЗИНСКИЙ С.В

ВОЛОШКИНА Олена Семенівна,
доктор технічних наук, професор
завідувач кафедри охорони праці і
навколишнього середовища

ВОРОЖБІАН Михайло Іванович,
доктор технічних наук, професор
кафедри охорони праці на безпеки
життєдіяльності

ВРУБЛЕВСКИЙ Роман Євгенович,
кандидат технічних наук, доцент
кафедри експлуатації суднових
енергетичних установок, начальник
редакційно-видавничого відділу

ГАСК Євген Анатолійович, кандидат
технічних наук, доцент

ГЛАДЧЕНКО В.С.

ГЛИВА Валентин Анатолійович,
професор кафедри цивільної та
промислової безпеки, доктор технічних
наук, доцент

Інститут кібернетики ім. В. М.
Глушкова НАН України, м. Київ,
Україна

G.P.S.Academy, J.P. Nagar UP.,
Індія

Фізико-хімічний інститут захисту
навколишнього середовища і
людини МОН і НАН України,
м. Одеса, Україна

Одеський національний
університет імені І. І. Мечникова,
м. Одеса, Україна

Київський національний
університет будівництва і
архітектури, м. Київ, Україна

Харківський національний
університет міського
господарства ім. О.М. Бекетова,
м. Харків, Україна

Херсонська державна морська
академія, м. Херсон, Україна

Харківський національний
технічний університет сільського
господарства імені Петра
Василенка, м. Харків, Україна

Національний транспортний
університет, м. Київ, Україна

Національний авіаційний
університет, м. Київ, Україна



ГОДОВАНЮК Сергій Петрович, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри судноводіння та електронних навігаційних систем

ГОЛОВАНЬ Андрій Ігорович, доцент кафедри суднових енергетичних установок та технічної експлуатації

ГОНЧАРЕНКО Артем Вадимович, інженер

ГОНЧАРЕНКО Петро Дмитрович, капітан 1 рангу, кафедра корабельної енергетики і електроенергетичних систем

ГОНЧАРУК Ірина Павлівна, старший викладач кафедри судноводіння і морська безпека

ГОРЕЦЬКИЙ Олексій Анатолійович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технологій транспорту та управління процесами перевезень

ГРИЦУК Олександр Казимирович, кандидат технічних наук, професор кафедри «Автомобілі»

ГРИЦУК Ігор Валерійович, доктор технічних наук, професор кафедри експлуатації суднових енергетичних установок

ГУДИРЕВА Олена Михайлівна, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри судноводіння та електронних навігаційних систем

ГУНЧЕНКО Оксана Миколаївна, кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри охорони праці і навколишнього середовища

Херсонська державна морська академія, м. Херсон, Україна

Одеський національний морський університет, м. Одеса, Україна

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна
Інститут Військово-Морських Сил Національного університету «Одеська морська академія», м. Одеса, Україна

Одеський національний морський університет, м. Одеса, Україна

Державний університет інфраструктури та технологій (ДУІТ), м. Київ, Україна

Національний транспортний університет, м. Київ, Україна

Херсонська державна морська академія, м. Херсон, Україна

Херсонська державна морська академія, м. Херсон, Україна

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна



ГУСЯТИНСЬКА Наталія Альфредівна, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технології цукру і підготовки води

ГУСЯТИНСЬКИЙ Микола Володимирович, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри менеджменту

ДАНЧЕНКО Юлія Михайлівна, доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри загальної хімії

ДЕБЕЛА И.Н.

ДЕГТЯРЬОВ Олег Дмитрович, старший викладач кафедри

ДИДОВЕЦЬ Юрій Юрійович, заступник начальника курсу факультету пожежної безпеки

ДЛУБОВСКИЙ Р.М.

ДМИТРИЄВ Сергій Олексійович, доктор технічних наук, професор

ЕРМОШКИН Микола Георгійович, кандидат технічних наук, професор кафедри корабельної енергетики і електроенергетичних систем

ЕННАН Алім Абдул-Амідович, доктор хімічних наук, професор, директор Інституту

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

Університет державної фіскальної служби України, м. Ірпінь, Україна

Харківський національний університет будівництва та архітектури, м. Харків, Україна

Херсонський морський інститут післядипломної освіти імені контр-адмірала Ф. Ф. Ушакова, м. Херсон, Україна

Національний аерокосмічний університет імені М.Е. Жуковського «ХАІ», м. Харків, Україна

Національний університет цивільного захисту України, м. Харків, Україна

Фізико-хімічний інститут захисту навколишнього середовища і людини МОН України та НАН України, м. Одеса, Україна

Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

Інститут Військово-Морських Сил Національного університету «Одеська морська академія», м. Одеса, Україна

Фізико-хімічний інститут захисту навколишнього середовища і людини МОН і НАН України, м. Одеса, Україна



ЗАПОРОЖЕЦ Олександр Іванович,
доктор технічних наук, професор

ЗАХАРЧЕНКО Ю.В.

ЗІНЧЕНКО Сергій Миколайович,
кандидат технічних наук, старший
викладач кафедри управління судном

ЖУКОВА Олена Григорівна,
кандидат технічних наук, доцент
кафедри охорони праці і навколишнього
середовища

ИВАНОВ І.А.

ІВАЩЕНКО Марина Юрївна,
кандидат технічних наук, старший
викладач кафедри охорони праці і
навколишнього середовища

КАЗАК Василь Миколайович, доктор
технічних наук, професор

КАЛИНЧАК Валерій Вікторович,
доктор фізико-математичних наук,
професор

КАЛИТА Петро Якович, президент,
кандидат технічних наук, професор

КАЛУГІН Володимир Дмитрович,
доктор хімічних наук, професор,
професор кафедри спеціальної хімії та
хімічної технології факультету
оперативно-рятувальних сил

КАМИШИН Володимир Вікторович,
в.о. директора інституту

Національний авіаційний
університет, м. Київ, Україна

Науково-дослідна установа
«Український науково-дослідний
інститут екологічних проблем»,
м. Харків, Україна

Херсонська державна морська
академія, м. Херсон, Україна

Київський національний
університет будівництва і
архітектури, м. Київ, Україна

Білоруський національний
технічний університет, м. Мінськ,
Білорусь

Український державний
університет залізничного
транспорту, м. Харків, Україна

Національний авіаційний
університет, м. Київ, Україна

Одеський національний
університет імені І. І. Мечникова,
м. Одеса, Україна

Українська асоціація досконалості
та якості, м. Київ, Україна

Національний університет
цивільного захисту України,
м. Харків, Україна

Український інститут науково-
технічної експертизи та
інформації, м. Київ, Україна



КАСІМ Аніса Мохаммадівна, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник

КВАСОВ В.А., кандидат технічних наук, старший науковий співробітник

КИРИЧЕНКО К.В.

КИРО Сергій Анатолійович, кандидат фізико-математичних наук, провідний науковий співробітник

КЛЕПКОВ В'ячеслав Федорович, член-кореспондент НАН України, доктор фізико-математичних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, Лауреат державної премії, директор

КЛИМЕНКО Валентин Григорович, асистент кафедри «Суднові енергетичні установки та технічна експлуатація»

КЛИМЕНКО Ігор Андрійович, кандидат технічних наук, доцент

КОДАК Ольга Антонівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри нарисної геометрії та графіки

КОЗЛОВСКИЙ Євген Олегович, викладач кафедри інформатики, програмної інженерії та економічної кібернетики

Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України, м. Київ, Україна

Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем», м. Харків, Україна

Херсонська філія Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон, Україна

Фізико-хімічний інститут захисту навколишнього середовища і людини МОН і НАН України, м. Одеса, Україна

Інститут електрофізики і радіаційних технологій НАН України, м. Харків, Україна

Одеський національний морський університет, м. Одеса, Україна

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», м. Харків, Україна

Національний університет «Полтавська політехніка» імені Юрія Кондратюка, м. Полтава, Україна

Херсонський державний університет, м. Херсон, Україна



КОЛОСКОВ Володимир Юрійович, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри прикладної механіки та технологій захисту навколишнього середовища

КОНОВАЛОВА Ганна Василівна, кандидат історичних наук, доцент, доцент кафедри суднобудування та ремонту суден

КОРІННИЙ Володимир Ілліч, старший викладач кафедри охорони праці та навколишнього середовища

КРАМАРЕНКО Вікторія Вікторівна, старший викладач

КРАВЦОВ Михайло Миколайович, кандидат технічних наук, доцент

КРАПИВКО Геннадій Іванович, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри судноводіння та електронних навігаційних систем

КУЛИК Михайло Ілліч, кандидат технічних наук, доцент

ЛАЗАРЕНКОВ Олександр Михайлович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри охорони праці

ЛЕВЧЕНКО Лариса Олексіївна, доктор економічних наук, доцент, доцент кафедри автоматизації проектування енергетичних процесів і систем

Національний університет цивільного захисту України, м. Харків, Україна

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна

Дунайський інститут Національного університету «Одеська морська академія», м. Ізмаїл, Україна

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків, Україна

Херсонська державна морська академія, м. Херсон, Україна

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна м. Харків, Україна

Білоруський національний технічний університет, м. Мінськ, Білорусь

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського", м. Київ, Україна



ЛИТВИНЕНКО Володимир Вікторович, доктор економічних наук, доцент, доцент кафедри автоматизації проектування енергетичних процесів і систем

ЛОБОЙЧЕНКО Валентина Михайлівна, кандидат хімічних наук, старший науковий співробітник, доцент кафедри охорони праці та техногенно-екологічної безпеки

ЛОНІН Юрій Федорович, доктор фізико-математичних наук, старший науковий співробітник, начальник лабораторії

ЛУЦЕНКО Микола Михайлович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри

ЛЮБИЧ Олександр Олексійович, доктор економічних наук, професор, завідувач відділу координації бюджетно-податкової та грошово-кредитної політики, Президент Українського національного відділення Міжнародної академії наук екології та безпеки життєдіяльності

Ляшенко Валерій Георгійович, капітан далекого плавання

Ляшенко Богдан Валерійович, магістр

МАКАРОВ Євген Олексійович, викладач кафедри піротехнічної та спеціальної підготовки

МАТЕЙЧУК Вадим Миколайович, старший викладач кафедри управління судном

Інститут електрофізики і радіаційних технологій НАН України, м. Харків, Україна

Національний університет цивільного захисту України, м. Харків, Україна

ННЦ Харківський фізико-технічний інститут НАН України, м. Харків, Україна

Національний університет будівництва та архітектури, м. Харків, Україна

ДННУ «Академія фінансового управління», м. Київ, Україна

Херсонський морський коледж рибної промисловості, м. Херсон, Україна

Херсонська державна морська академія, м. Херсон, Україна

Національний університет цивільного захисту України, м. Харків, Україна

Херсонська державна морська академія, м. Херсон, Україна



МАУЛЕВИЧ Владислав Олегович, старший викладач кафедри «Суднові енергетичні установки та технічна експлуатація»

МЕЛЯКОВА Олена Анатоліївна, молодший науковий співробітник

МИГАЛЬ Галина Валеріївна, доктор технічних наук, доцент, професор кафедри

МИГАЛЬ Валерій Павлович, доктор технічних наук, професор

МОЙСЕЕНКО Владислав Станіславович, асистент кафедри управління судном

МОРОЗ Микола Олександрович, кандидат технічних наук, доцент

НАСІРОВ Шахин Шахвелійович

НАСТАСЕНКО Валентин Олексійович, доктор технічних наук, доцент, професор кафедри транспортних технологій

НЕВИНЦИН Андрій Миколайович, декан факультету обслуговування повітряного руху

НОСОВ Павло Сергійович, кандидат технічних наук, доцент кафедри судноводіння і електронних навігаційних систем

Одеський національний морський університет, м. Одеса, Україна

Інститут електрофізики і радіаційних технологій НАН України, м. Харків, Україна

Національний аерокосмічний університет ім. М. С. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», м. Харків, Україна

Національний аерокосмічний університет ім. М. С. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», м. Харків, Україна

Херсонська державна морська академія, м. Херсон, Україна

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, м. Харків, Україна

Головний центр Єдиної системи управління повітряним рухом держпідприємства AZANS, м. Баку, Азербайджан

Херсонська державна морська академія, м. Херсон, Україна

Льотна академія Національного авіаційного університету, м. Кропивницький, Україна

Херсонська державна морська академія, м. Херсон, Україна



ОБИЖЕНКО Тетяна Миколаївна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри загальної хімії

ОДИНЦОВ Валентин Володимирович, доктор фізико-математичних наук, професор

ОПРЯ М.В.

ОСТАПЧУК Павло Миколайович, доктор фізико-математичних наук, провідний науковий співробітник

ПАЛАГІН Олександр Васильович, доктор технічних наук, професор, академік НАН України, заслужений діяч науки і техніки України, заступник директора з наукової роботи

ПАЛАГНИЙ Віктор Іванович, старший викладач кафедри транспортних технологій

ПАЛАМАРЧУК Ігор Володимирович, капітан далекого плавання

ПАНОВА Олена Василівна, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри фізики

ПЕЛІХАТИЙ Миколо Михайлович, доктор фізико-математичних наук, професор

ПЕРЕТЯКА Сергій Миколайович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності, екології та хімії

Харківський національний університет будівництва та архітектури, м. Харків, Україна

Херсонський морський інститут післядипломної освіти імені контр-адмірала Ф.Ф. Ушакова, м. Херсон, Україна

Фізико-хімічний інститут захисту навколишнього середовища й людини МОН і НАН України, м. Одеса, Україна

Інститут електрофізики і радіаційних технологій НАН України, м. Харків, Україна

Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, м. Київ, Україна

Херсонська державна морська академія, м. Херсон, Україна

Херсонська державна морська академія, м. Херсон, Україна

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, м. Харків, Україна

Одеський національний морський університет, м. Одеса, Україна



ПОГРЕБНЯК Петро Степанович,
кандидат фізико-математичних наук,
старший науковий співробітник

Інститут електрофізики і
радіаційних технологій НАН
України, м. Харків, Україна

ПОНОМАРЕВ Анатолій Григорович,
доктор фізико-математичних наук

ННЦ Харківський фізико-
технічний інститут НАН України,
м. Харків, Україна

ПРОТАСЕНКО Ольга Федорівна,
кандидат технічних наук, доцент

Харківський національний
економічний університет імені
Семена Кузнеця, м. Харків,
Україна

ПРОХОРЕНКО Євген Михайлович,
доктор технічних наук, старший
науковий співробітник, ведучий
науковий співробітник інституту

Інститут електрофізики і
радіаційних технологій НАН
України, м. Харків, Україна

ПРОХОРЕНКО Тетяна Григорівна,
кандидат соціологічних наук, доцент

Харківський національний
автомобільно-дорожній
університет, м. Харків, Україна

**ПРОЦЕНКО Владислав
Олександрович**, доктор технічних
наук, доцент, професор кафедри
транспортних технологій

Херсонська державна морська
академія, м. Херсон, Україна

ПЯТАКОВ Едуард Миколайович,
кандидат технічних наук, доцент,
директор

Херсонський морський інститут
післядипломної освіти імені
контр-адмірала Ф. Ф. Ушакова,
м. Херсон, Україна

РАДІН Володимир Костянтинович,
кандидат технічних наук, доцент

Херсонська державна морська
академія, м. Херсон, Україна

РЕВА Олексій Миколайович, доктор
технічних наук, професор

Український інститут науково-
технічної експертизи та
інформації, м. Київ, Україна

САГАНОВСЬКА Лариса Анатолівна,
старший викладач кафедри
інформаційних технологій

Льотна академія Національного
авіаційного університету,
м. Кропивницький, Україна



САМСОНКІН Валерій Миколайович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри технологій транспорту та управління процесами перевезень

СЕЛІВАНОВ Станіслав Євгенович, доктор технічних наук, професор

СОБОЛЬ О.М., доктор технічних наук, начальник кафедри управління та організації діяльності у сфері цивільного захисту

СОКОЛОВ Андрій Євгенович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних технологій

СОФРОНКОВ Олександр Наумович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри хімії навколишнього середовища

СТРІЛЕЦЬ Віктор Маркович, доктор технічних наук, доцент, старший науковий співробітник наукового відділу проблем цивільного захисту та техногенно екологічної безпеки

ТЕРЛИЧ Станіслав Володимирович, кандидат технічних наук, доцент кафедри суднобудування та ремонту суден

ТІМКОВ Олексій Миколайович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автомобілів

ТИХЕНКО Оксана Миколаївна, кандидат технічних наук, доцент кафедри екології

ТКАЧЕНКО Тетяна Миколаївна, доктор технічних наук, професор, професор кафедри охорони праці і навколишнього середовища

Державний університет інфраструктури та технологій, м. Київ, Україна

Херсонська державна морська академія, м. Херсон, Україна

Національний університет цивільного захисту України, м. Харків, Україна

Херсонський національний технічний університет, м. Херсон, Україна

Одеський державний екологічний університет, м. Одеса, Україна

Національний університет цивільного захисту України, м. Харків, Україна

Херсонська філія Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон, Україна

Національний транспортний університет, м. Київ, Україна

Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна



ТОВСТОКОРИЙ Олег Миколайович,
кандидат технічних наук, доцент,
завідувач кафедри управління судном

ТОКАРЬСКИЙ Олександр Іванович
аспірант

ТЮТЮНИК Вадим Володимирович,
доктор технічних наук, старший
науковий співробітник, начальник
кафедри управління та організації
діяльності у сфері цивільного захисту

УВАРОВ Віктор Тімофійович,
кандидат фізико-математичних наук,
старший науковий співробітник

УЗЛОВ О.И., старший викладач
кафедри суднобудування та ремонту
суден

**УКРАЇНСЬКИЙ Євген
Олександрович**, старший викладач

УЛЬЯНЧЕНКО Максим Вікторович,
магістр

ФЕДОРЕНКО Анна Вікторівна,
старший викладач кафедри
загальнонаукових дисциплін

ХАРЧЕНКО Сергій Олександрович,
доктор технічних наук, професор

ХВОРОСТ Микола Васильович,
доктор технічних наук, професор

Херсонська державна морська
академія, м. Херсон, Україна

Донецький національний
технічний університет (ДВНЗ
ДонНТУ), м. Покровськ, Україна

Національний університет
цивільного захисту України,
м. Харків, Україна

ННЦ Харківський фізико-
технічний інститут НАН України,
м. Харків, Україна

Херсонська філія Національного
університету кораблебудування
імені адмірала Макарова,
м. Херсон, Україна

ДВНЗ «Приазовський державний
технічний університет»,
м. Маріуполь, Україна

Харківський національний
університет імені В. Н. Каразіна,
м. Харків, Україна

Дунайський інститут
Національного університету
«Одеська морська академія»,
м. Ізмаїл, Україна

Харківський національний
технічний університет сільського
господарства імені Петра
Василенка, м. Харків, Україна

Харківський національний
університет міського
господарства ім. О.М. Бекетова,
м. Харків, Україна



ХОДАКОВ Віктор Єгорович, доктор технічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України

ХОМА Руслан Євгенєвич, доктор хімічних наук, доцент, доцент кафедри аналітичної і токсикологічної хімії

ХОРЕВА С.А., доктор біологічних наук, професор

ХУДЯКОВ Ігор Валентинович, старший викладач кафедри експлуатації суднових енергетичних установок

ЧЕРНЕНКО Олександр, кандидат фізико-математичних наук, доцент

ЧЕРНЕНКО Ірина Євгенівна, старший викладач кафедри інформатики, програмної інженерії та економічної кібернетики

ЧОРНА Тетяна Миколаївна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри товарознавства та техногенно-екологічної безпеки

ШАРОВ Ростислав Анатолійович, капітан 1 рангу, кафедра корабельної енергетики і електроенергетичних систем

ШАТОВ Валерій Володимирович, науковий співробітник

ШЕВЧЕНКО Роман Іванович, доктор технічних наук, старший науковий співробітник, начальник наукового відділу проблем цивільного захисту та техногенно екологічної безпеки

Херсонський морський інститут післядипломної освіти імені контр-адмірала Ф. Ф. Ушакова, м. Херсон, Україна

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, м. Одеса, Україна

Херсонська державна морська академія, м. Херсон, Україна

Херсонська державна морська академія, м. Херсон, Україна

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, м. Одеса, Україна

Херсонський державний університет, м. Херсон, Україна

Університет державної фіскальної служби України, м. Ірпінь, Україна

Інститут Військово-Морських Сил Національного університету «Одеська морська академія», м. Одеса, Україна

Інститут електрофізики і радіаційних технологій НАН України, м. Харків, Україна

Національний університет цивільного захисту України, м. Харків, Україна



ШЕВЧУК Дмитрій Олегович, доктор технічних наук, професор

ШШКО Людмила Станіславівна, кандидат технічних наук, доцент

ШУЛЬГІН Валерій Анатолійович, кандидат технічних наук, декан факультету льотної експлуатації

ШУМИЛО Олександр Миколайович, кандидат технічних наук, професор, директор

ШУМИЛО Олександр Миколайович, кандидат технічних наук, професор, директор Навчально-наукового інституту морського флоту

ЩЕДРОЛОСЕВ Олександр Вікторович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри суднобудування та ремонту суден

ЩЕДРОЛОСЕВ Микола Олександрович, магістрант кафедри суднобудування та ремонту суден

ЩЕРБИНА Розалія Степанівна, кандидат технічних наук, доцент, в.о. завідувача кафедри технологій транспорту та управління процесами перевезень

ЩЕРБИНА Тетяна Федорівна, асистент

ЮРЧЕНКО Оксана Григорівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри Управління комерційною діяльністю залізниць

Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

Херсонський державний університет, м. Херсон, Україна

Льотна академія Національного авіаційного університету, м. Кропивницький, Україна

Навчально-науковий інститут морського флоту Одеського національного морського університету, м. Одеса, Україна

Одеський національний морський університет, м. Одеса, Україна

Херсонська філія Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон, Україна

Херсонська філія Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон, Україна

Державний університет інфраструктури та технологій (ДУІТ), м. Київ, Україна

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна

Державний університет інфраструктури та технологій (ДУІТ), м. Київ, Україна

ІМЕННИЙ ПОКАЗЧИК

В

Blucher B., 102
Borysenko K., 32
С
Chernenko I., 32
Д
Dmytriev S.O., 90
Ф
Fedorenko A.V., 205
К
Kozlovsky E., 32
Kramarenko V.V., 205

Л

Lonin Yu.F., 220
Lytvynenko V.V., 220

М

Mateichuk V., 149
Melyakova O.A., 220
Moiseenko V.S., 326

Н

Nosov P., 149

Р

Ponomarev A.G., 220
Prokhorenko E.M., 220
Prokhorenko T.G., 220

С

Shatov V.V., 220
Shishko L., 32

Т

Tovstokoriy O.N., 108

У

Uvarov V.T., 220

В

Vijay S., 11

А

Абрамов А.Д., 64
Абрамов Г.С., 64, 135, 142, 226
Абрамова Н.М., 270
Андронов В.А., 232

Б

Бабенчук Н.С., 237, 276, 288
Бабий М.В., 348
Бабич А.В., 191
Бажинов А.В., 244
Бажинова Н.О., 6
Базалєєв М.І., 196
Беликов В.Б., 8
Бень А.П., 69
Блюхер Б., 98
Болібрух Б.В., 185
Брусенцов В.Г., 249
Брюховецький В.В., 196
Бугаєва С.В., 72
Булгакова Ю.В., 175

В

Вальченко О.І., 21
Варбанець Р.А., 153
Васюхин М.И., 74
Васюхін М.І., 117, 160
Вишняков В.И., 94
Водзінський С.В., 270
Волошкіна О.С., 21
Ворожбіян М.І., 187
Врублевський Р.Е., 252

Г

Гаєк С.А., 363
Гладченко В.С., 256
Глива В.А., 80
Годованюк С.П., 113, 180

Головань А.І., 72
Гончаренко А.В., 29
Гончаренко П.Д., 288
Гончарук І.П., 72
Горецький О.А., 175
Грицук І.В., 85
Грицук О.К., 256
Гудирева О.М., 16
Гунченко О.М., 21
Гусятинська Н.А., 261, 366
Гусятинський М.В., 366

Д

Данченко Ю.М., 232
Дебела И.Н., 49
Дегтярєв О.Д., 265
Дідовець Ю.Ю., 331
Длубовський Р.М., 270

Е

Еннан А.А.-А., 94, 270
Ермошкин Н.Г., 237, 276, 288, 295

Ж

Жукова О.Г., 29

З

Запорожець О.І., 98, 102
Захарченко Ю.В., 214
Зінченко С.М., 108, 149, 319, 326

И

Иванов И.А., 129, 341

І

Іващенко М.Ю., 187

К

Казак В.М., 113
Калинчак В.В., 199, 205
Калита П.Я., 117
Калугін В.Д., 214
Камишин В.В., 55, 165
Касім А.М., 160
Квасов В.А., 214
Кириченко К.В., 374
Киро С.А., 94
Клепиков В.Ф., 191, 196, 220
Клименко В.Г., 153
Клименко І.А., 122
Кодак О.А., 126
Колосков В.Ю., 331
Коновалова А.В., 371
Коновалова Г.В., 374
Коринній В.І., 21
Костыркин О.В., 249
Кравцов М.Н., 244
Крапивко Г.І., 333
Кулик М.І., 337

Л

Лазаренков А.М., 129, 341
Левченко Л.О., 80
Литвиненко В.В., 196, 210
Лобойченко В.М., 345
Луценко М.М., 133
Любич О.О., 37
Ляшенко Б.В., 135, 142
Ляшенко В.Г., 135, 142

М

Макаров Є.О., 232
Маулевич В.О., 153
Мелякова О.А., 210
Мигаль В.П., 122
Мигаль Г.В., 42, 122
Мороз М.О., 47

Н

Насіров Ш.Ш., 165
Настасенко В.А., 348
Невиніцин А.М., 165

О

Обіженко Т.М., 232
Одінцов В.В., 155
Опря М.В., 94
Остапчук П.Н., 191

П

Палагін О.В., 160
Палагний В.И., 348
Паламарчук І.В., 69
Панова О.В., 156
Пелихатый Н.М., 353
Перетяка С.М., 359
Погребняк П.С., 210
Протасенко О.Ф., 42
Прохоренко Є.М., 196, 210
Проценко В.А., 348
Пузырь В.Г., 249
Пятаков Э.Н., 49

Р

Радін В.К., 69
Рева О.М., 55, 165

С

Сагановська Л.А., 55
Самсонкін В.М., 175
Селиванов С.Е., 180, 199, 205, 353
Соболь О.М., 214
Соколов А.Е., 49
Софронков А.Н., 199, 205
Стрілець В.М., 345

Т

Терлич С.В., 371
Тихенко О.М., 156
Тімков О.М., 256
Ткаченко Т.М., 21
Токарський О.І., 185
Тютюник В.В., 214

У

Узлов О.М., 374
Український Є.О., 85
Ульянченко М.В., 337

Ф

Федоренко А.В., 199

Х

Харченко С.О., 363
Хворост М.В., 133, 187
Ходаков В.Е., 49
Хома Р.Є., 270
Худяков І.В., 85

Ч

Черненко А.С., 199, 205
Чорна Т.М., 366

Ш

Шаров Р.А., 276
Шевченко Р.І., 345
Шевчук Д.О., 113
Шульгін В.А., 55, 165
Шумило О.М., 153

Щ

Щедролосєв М.О., 371
Щедролосєв О.В., 371, 374

Щербина Р.С., 175
Щербина Т.Ф., 29

Ю

Юрченко О.Г., 175

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1. ОСВІТА У НАПРЯМКУ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОХОРОНИ ПРАЦІ, ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ ТА ЕКОЛОГІЇ. КОМПЕТЕНТНІСТНИЙ ПІДХІД В ПІДГОТОВЦІ СПЕЦІАЛІСТІВ. 5

БЕЗПЕКА І ОХОРОНА ПРАЦІ СТУДЕНТІВ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ДИСТАНЦІЙНИХ НАВЧАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ 6

Бажинова Н.О.

Житлово-комунальний коледж Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова
(м. Харків, Україна)

ПЕРСПЕКТИВЫ ЭКСПРЕСС ТЕСТИРОВАНИЯ ПЕРСОНАЛА ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ АВАРИЙНОСТИ НА ВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ 8

Беликов В.Б.

Академический центр экологии и безопасности жизнедеятельности
(г. Днепр, Украина)

INDIAN EDUCATION SYSTEM AND ITS MAIN TRENDS 11

Vijay S.

director G.P.S. Academy, J.P. Nagar UP
(INDIA)

ПОХИБКИ ОБЧИСЛЕННЯ ПРИ ОПРАЦЮВАННІ НАВІГАЦІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ КУРСАНТАМИ-СУДНОВОДІЯМИ 16

Гудирева О.М.

Херсонська державна морська академія
(м. Херсон, Україна)

КОМПЕТЕНЦІЇ В СФЕРІ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЇ 21

Гунченко О.М., Волошкіна О.С., Ткаченко Т.М., Коринній В.І.

Київський національний університет будівництва і архітектури
(м. Київ, Україна)

Вальченко О.І.

Державний університет телекомунікацій
(м. Київ, Україна)

РОЛЬ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ В ФОРМУВАННІ ЕКОЛОГІЧНОЇ КУЛЬТУРИ 29

Жукова О.Г., Щербина Т.Ф., Гончаренко А.В.

Київський національний університет будівництва і архітектури
(м. Київ, Україна)

INTRODUCTION IN EDUCATIONAL PROCESS OF COMPUTER SYSTEMS FOR FORMATION OF MATHEMATICAL ACTIVITY 32

Shishko L., Chernenko I., Kozlovsky E.

Kherson State University
(Kherson, Ukraine)

Borysenko K.

Maritime College of Kherson State Maritime Academy
(Kherson, Ukraine)

ДІДЖИТАЛІЗАЦІЯ ЯК ФАКТОР ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ В УМОВАХ СВІТОВОЇ ПАНДЕМІЇ 37

Любіч О.О.

ДННУ «Академія фінансового управління»
(м. Київ, Україна)

УВАГА ДО ЛЮДСЬКОГО ЧИННИКА ПРИ НАВЧАННІ ТА БЕЗПЕКА СКЛАДНИХ СИСТЕМ 42

Мигаль Г.В.

Національний аерокосмічний університет імені М.Є. Жуковського «ХАІ»
(м. Харків, Україна)

Протасенко О.Ф.

Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця
(м. Харків, Україна)

МОТИВАЦІЯ ПРАЦІВНИКІВ В АСПЕКТІ ОХОРОНИ ПРАЦІ 47

Мороз М.О.

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
(м. Харків, Україна)

РОЛЬ ОБРАЗОВАНИЯ В УЛУЧШЕНИИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ НЕГАТИВНЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ 49

Пятаков Э.Н., Ходаков В.Е., Дебела И.Н.

Херсонский морской институт последипломного образования имени контр-адмирала
Ф.Ф. Ушакова

(г. Херсон, Украина)

Соколов А.Е.

Херсонский национальный технический университет
(г. Херсон, Украина)

ЗАВДАННЯ КВАЛІМЕТРІЇ, ДІАГНОСТИКИ І КОРЕКЦІЇ НЕДИСЦИПЛІНОВАНОСТІ АВІАЦІЙНИХ ОПЕРАТОРІВ «ПЕРЕДНЬОГО КРАЮ» ПІД ЧАС ПОЧАТКОВОЇ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ 55

Рева О.М., Камишин В.В.

Український інститут науково-технічної експертизи та інформації
(м. Київ, Україна)

Шульгін В.А., Сагановська Л.А.

Льотна академія Національного авіаційного університету
(м. Кропивницький, Україна)

СЕКЦІЯ 2. БЕЗПЕКА І ОХОРОНА ПРАЦІ У РІЗНИХ СФЕРАХ ДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ (ТРАНСПОРТ, НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ, ПРОМИСЛОВІСТЬ, ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ІН.). ФАКТОРИ РИЗИКУ БЕЗПЕКИ ЛЮДИНИ..... 63

ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МИРОВЫХ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК 64

Абрамов А.Д.

Херсонский национальный технический университет
(г. Херсон, Украина)

Абрамов Г.С.

Херсонская государственная морская академия

(г. Херсон, Україна)

ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ ВПЛИВУ ЛЮДСЬКОГО ФАКТОРУ В СУДНОВОДІННІ 69

Бень А.П., Радін В.К., Паламарчук І.В.

Херсонська державна морська академія
(м. Херсон, Україна)

ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД ШЛЯХОМ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ВЗАМОДІЇ ПАЛЬ-ОБОЛОНОК І ҐРУНТУ ОСНОВИ СПОРУДИ 72

Бугасва С.В., Головань А.І., Гончарук І.П.

Одеський національний морський університет
(м. Одеса, Україна)

ОСНОВА БЕЗОПАСНОСТИ ЛЮБОГО ГОСУДАРСТВА: ОБЩЕГОСУДАРСТВЕННАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА (ОГАС) 74

Васюхин М.И.

Институт кибернетики имени В.М. Глушкова НАН Украины
(г. Киев, Украина)

ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ЕКРАНІВ 80

Глива В.А.

Національний авіаційний університет
(м. Київ, Україна)

Левченко Л.О.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
(м. Київ, Україна)

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПІДХОДІВ ДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСТАНЦІЙНОГО ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ СТАНОМ ВАНТАЖНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ І РЕЖИМАМИ ПРАЦІ ТА ВІДПОЧИНКУ ВОДІВ В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ 85

Грицук І.В., Худяков І.В.

Херсонська державна морська академія
(м. Херсон, Україна)

Український Є.О.

ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»
(м. Маріуполь, Україна)

TRANSPORT SAFETY DIAGNOSTICS ASPECTS WITH RESPECT TO UNCERTAINTY ISSUES BASED UPON THE ENTROPY DOCTRINE 90

Dmytriev S.O.

National Aviation University
(Kiev, Ukraine)

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ СВАРКИ В ЗАЩИТНОМ ГАЗЕ НА ДИСПЕРСНЫЙ СОСТАВ ЧАСТИЦ СВАРОЧНОГО АЭРОЗОЛЯ 94

Эннан А.А.-А., Опря М.В., Киро С.А., Вишняков В.И.

Физико-химический институт защиты окружающей среды и человека МОН и НАН Украины
(г. Одесса, Украина)

**ВІБРАЦІЯ ВІД МАЙДАНЧИКІВ БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ ПІД ЧАС
РОЗБУДОВИ НОВОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ АЕРОДРОМІВ 98**

Запорожець О.І.

Національний авіаційний університет

(м. Київ, Україна)

Блюхер Б.

Університет штату Індіана

(Терра Хойте, США)

**LOW FREQUENCY AND INFRASOUND NOISE IMPACT AROUND
AIRPORTS 102**

Zaporozhets O.I.

National Aviation University

(Kyiv, Ukraine)

Blucher B.

Indiana State University

(Terra Hoyte, USA)

**USING THE ROTATION CENTER AND PIVOT POINT TO OPTIMIZE
VESSEL'S MANEUVER 108**

Zinchenko S.N., Tovstokoriy O.N.

Kherson State Maritime Academy

(Kherson, Ukraine)

**ФОРМАЛІЗОВАНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ «ПОВІТРЯНИЙ КОРАБЕЛЬ
– ЕКІПАЖ – АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА РЕКОНФІГУРАЦІЇ
КЕРУВАННЯ – СЕРЕДОВИЩЕ – ОСОБЛИВА СИТУАЦІЯ» 113**

Казак В.М., Шевчук Д.О., Беда А.І.

Національний авіаційний університет

(м. Київ, Україна)

Годованюк С.П.

Херсонська державна морська академія

(м. Херсон, Україна)

**БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА СИСТЕМНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ
117**

Калита П.Я.

Українська асоціація досконалості та якості

(м. Київ, Україна)

Васюхін М.І.

Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України

(м. Київ, Україна)

**МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ФУНКЦІОНУВАННЯ СКЛАДНОЇ
КІБЕРФІЗИЧНОЇ СИСТЕМИ В ЕКСТРЕМАЛЬНИХ УМОВАХ 122**

Клименко І.А., Мигаль В.П., Мигаль Г.В.

Національний аерокосмічний університет імені М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»

(м. Харків, Україна)

COVID-19: АНАЛІЗ РИЗИКІВ ДЛЯ НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ 126

Кодак О.А.

Національний університет «Полтавська політехніка» імені Юрія Кондратюка
(м. Полтава, Україна)

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА
ЛИТЕЙЩИКОВ 129**

Лазаренков А.М., Иванов И.А.

Белорусский национальный технический университет
(г. Минск, Беларусь)

**МОЖЛИВОСТІ ЗУБОУТВОРЕННЯ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС
ГЛОБОЇДНИХ ПЕРЕДАЧ ПРИ ІНДИВІДУАЛЬНОМУ РЕМОНТІ 133**

Луценко М.М.

Національний університет будівництва та архітектури
(м. Харків, Україна)

Хворост М.В.

Національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
(м. Харків, Україна)

**РОЛЬ КАПИТАНА И ВАХТЕННЫХ ПОМОЩНИКОВ ПРИ СБОРЕ
ДОКАЗАТЕЛЬСТВ В ПРАВОВЫХ СПОРАХ 135**

Ляшенко В.Г.

Херсонский морской колледж рыбной промышленности
(г. Херсон, Украина)

Ляшенко Б.В., Абрамов Г.С.

Херсонская государственная морская академия
(г. Херсон, Украина)

**ДІЇ СУДНОВОДІЯ З МІНІМІЗАЦІЇ УШКОДЖЕНЬ І ТЯЖКИХ
НАСЛІДКІВ ПРИ НЕМИНУЧОМУ ЗІТКНЕННІ СУДЕН 142**

Ляшенко В.Г.

Херсонський морський коледж рибної промисловості
(м. Херсон, Україна)

Ляшенко Б.В., Абрамов Г.С.

Херсонська державна морська академія
(м. Херсон, Україна)

**AUTOMATIC EVALUATION OF SKILL OF CONTROLLING SHIP IN
NAVIGATION SIMULATOR 149**

Mateichuk V., Zinchenko S., Nosov P.

Kherson State Maritime Academy
(Kherson, Ukraine)

**ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ
ЩО ХАРАКТЕРИЗУЮТЬ БЕЗПЕЧНУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ
ТРАНСПОРТНИХ ДИЗЕЛІВ 153**

Маулевич В.О., Шумило О.М., Варбанець Р.А., Клименко В.Г.

Одеський національний морський університет
(м. Одеса, Україна)

**ДОДЕКАБОРИДИ РІДКІСНОЗЕМЕЛЬНИХ МЕТАЛІВ – НОВІ
ПЕРСПЕКТИВНІ МАТЕРІАЛИ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУВАТИМУТЬ
БЕЗПЕКУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА ЖИТТЄДІЯЛЬНІСТЬ НА
КОСМІЧНІЙ ТЕХНІЦІ І СУДНОПЛАВСТВІ 155**

Одінцов В.В.

Херсонський морський інститут післядипломної освіти імені контр-адмірала Ф.Ф. Ушакова

(м. Херсон, Україна)

**ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБЛЕННЯ
МЕТАЛОПОЛІМЕРНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ ЕКРАНУВАННЯ
ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ 156**

Панова О.В.

Київський національний університет будівництва і архітектури

(м. Київ, Україна)

Тихенко О.М.

Національний авіаційний університет

(м. Київ, Україна)

**НАУКОВІ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ
РОЗРОБКИ ІНТЕГРОВАНИХ ГІС ТИПУ INSPIRE 160**

Палагін О.В., Васюхін М.І., Касім А.М.

Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України

(м. Київ, Україна)

**ПЕРЕВІРКА ГІПОТЕЗИ ЩОДО ВПЛИВУ КРОС КУЛЬТУРНИХ
ЧИННИКІВ НА СТАВЛЕННЯ АВІАДИСПЕТЧЕРІВ ДО НЕБЕЗПЕК
ПОМИЛОК 165**

Рева О.М., Камишин В.В.

Український інститут науково-технічної експертизи та інформації

(м. Київ, Україна)

Невиніцин А.М., Шульгін В.А.

Льотна академія Національного авіаційного університету

(м. Кропивницький, Україна)

Насіров Ш.Ш.

Головний центр єдиної системи управління повітряним рухом AZANS

(м. Баку, Азербайджан)

**МІЖНАРОДНИЙ ПРОЕКТ CRENG, ЯК ВІДПОВІДЬ АКАДЕМІЧНОЇ
СПІЛЬНОТИ НА ВИКЛИКИ НЕБЕЗПЕКИ СУЧАСНОГО СВІТУ 175**

Самсонкін В.М., Горецький О.А., Юрченко О.Г., Булгакова Ю.В., Щербина Р.С.

Державний університет інфраструктури та технологій (ДУІТ)

(м. Київ, Україна)

**ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ
УПРАВЛЯЕМОЙ ЕДИНОЙ СИСТЕМОЙ ПОИСКА И СПАСАНИЯ В
МОРСКОЙ ЗОНЕ ОТВЕТСТВЕННОСТИ УКРАИНЫ 180**

Селиванов С.Е., Годованюк С.П.

Херсонская государственная морская академия

(г. Херсон, Украина)

**ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ РЯТУВАЛЬНИКА В
ГІРСЬКІЙ МІСЦЕВОСТІ 185**

Токарський О.І.

Донецький національний технічний університет (ДВНЗ ДонНТУ)

(м. Донецьк, Україна)

Болібрух Б.В.

Національний університет «Львівська політехніка»

(м. Львів, Україна)

**ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ З ОХОРОНИ ПРАЦІ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ
ТРАНСПОРТІ 187**

Хворост М.В., Ворожбіян М.І., Івашенко М.Ю.

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
(м. Харків, Україна)

СЕКЦІЯ 3. ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА, ГОРІННЯ РЕЧОВИН, БЕЗПЕКА АТОМНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ. БЕЗПЕКА НА ТРАНСПОРТІ 190

ФИЗИКА НЕКОТОРЫХ РАДИАЦИОННЫХ ЯВЛЕНИЙ, ОГРАНИЧИВАЮЩИХ БЕЗОПАСНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ ТИПА ВВЭР 191

Бабич А.В., Клепиков В.Ф., Остапчук П.Н.

Институт электрофизики и радиационных технологий НАН Украины
(г. Харьков, Украина)

ТЕРМОГРАФІЧНИЙ КОНТРОЛЬ КОМПРЕСОРНОГО УСТАТКУВАННЯ НА АЕС ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ 196

Базалєєв М.І., Брюховецький В.В., Клепиков В.Ф., Литвиненко В.В., Прохоренко Є.М.

Институт електрофізики і радіаційних технологій НАН України
(м. Харків, Україна)

ГИСТЕРЕЗИС СОПРОТИВЛЕНИЯ ПЛАТИНОВОЙ ПРОВОЛОКИ В ХОЛОДНОЙ ВОДОРОДНОЙ ВОЗДУШНОЙ СМЕСИ 199

Калинчак В.В., Черненко А.С., Федоренко А.В.

Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова
(г. Одесса, Украина)

Селиванов С.Е.

Херсонская государственная морская академия
(г. Херсон, Украина)

Софронков А.Н.

Одесский государственный экологический университет
(г. Одесса, Украина)

ELECTRIC RESISTENCE HYSTERESIS OF PLATINUM FILAMENT IN CHILLED AIR/HYDROGEN MIXTURES 205

Kalinchak V.V., Chernenko O.S

Odessa National University named after I. I. Mechnykov
(Odessa, Ukraine)

Fedorenko A.V., Kramarenko V.V.

Danube Institute National University «Odessa Maritime Academy»
(Izmail, Ukraine)

Selivanov S.E.

Kherson State Maritime Academy
(Kherson, Ukraine)

Sofronkov O.N.

Odessa State Ecological University
(Odessa, Ukraine)

ПРО ДОЦІЛЬНІСТЬ ПРОВЕДЕННЯ ТЕРМОГРАФІЧНОГО МОНІТОРИНГУ НА БРИЗКАЛЬНИХ БАСЕЙНАХ АЕС 210

Литвиненко В.В., Мєлякова О.А., Прохоренко Є.М., Погребняк П.С.

Институт електрофізики і радіаційних технологій НАН України
(м. Харків, Україна)

**ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ДИНАМІЧНОЇ МОДЕЛІ
ОПЕРАТИВНОГО МОНІТОРИНГУ РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ
ЕКОСИСТЕМИ ВНАСЛІДОК АВАРІЙ НА ОБ'ЄКТАХ ЯДЕРНОЇ
ЕНЕРГЕТИКИ 214**

Тютюник В.В., Соболев О.М., Калугін В.Д.
Національний університет цивільного захисту України
(м. Харків, Україна)

Квасов В.А., Захарченко Ю.В.
Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем»
(м. Харків, Україна)

**IMPROVEMENT OF THE SURFACE STRUCTURE OF STEEL BALLS OF
DRUM MILLS, AS A RESULT OF INFLUENCES OF HIGH-CURRENT
ELECTRON BEAM 220**

Prokhorenko E.M., Lytvynenko V.V., Klepikov V.F., Melyakova O.A., Shatov V.V.
Institute of Electrophysics and Radiation Technologies
(Kharkiv, Ukraine)

Lonin Yu.F., Ponomarev A.G., Uvarov V.T.
NSC Kharkiv Institute of Physics and Technology
(Kharkiv, Ukraine)

Prokhorenko T.G.
Kharkov National Automobile and Highway University
(Kharkiv, Ukraine)

**СЕКЦІЯ 4. ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА, ПРОБЛЕМИ
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ
..... 225**

**ИСТОЧНИКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ 226**

Абрамов Г.С.
Херсонская государственная морская академия
(г. Херсон, Украина)

**ХІМІЧНИЙ СКЛАД ТА ЗАКОНОМІРНОСТІ УТВОРЕННЯ СТИЧНИХ
ВОД МОЛОКОПЕРЕРОБНОГО ПІДПРИЄМСТВА 232**

Андронов В.А., Макаров Є.О.
Національний університет цивільного захисту України
(м. Харків, Україна)

Данченко Ю.М., Обіженко Т.М.
Харківський національний університет будівництва та архітектури
(м. Харків, Україна)

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ КАВИТАЦИИ И ИХ РЕШЕНИЕ 237

Бабенчук Н.С., Ермошкин Н.Г.
Институт Военно-Морских Сил Национального университета «Одесская морская академия»
(г. Одесса, Украина)

**ВПЛИВ ДЕЗИНФЕКЦІЇ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ НА
МІКРОБНЕ ЗАРАЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТА ГІБРИДНИХ
АВТОМОБІЛІВ 244**

Бажинов А.В., Кравцов М.Н.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
(м. Харків, Україна)

**КОНТРОЛЬ УРОВНЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАДЕЖНОСТИ КАК
СРЕДСТВО СНИЖЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ОПЕРАТОРОВ 249**

Брусенцов В.Г., Пузырь В.Г., Костыркин О.В.

Украинский государственный университет железнодорожного транспорта
(г. Харьков, Украина)

**ПІДВИЩЕННЯ ЕКОНОМІЇ ПАЛИВА ТА ЕКОЛОГІЧНИХ
ПОКАЗНИКІВ ГОЛОВНОГО ДВИГУНА MAN 6G70ME-C ЗА РАХУНОК
ЗАСТОСУВАННЯ ВОДОПАЛИВНИХ ЕМУЛЬСІЙ 252**

Врублевський Р.Е.

Херсонська державна морська академія
(м. Херсон, Україна)

**УТИЛІЗАЦІЯ АВТОМОБІЛІВ ШЛЯХОМ ПЕРЕОБЛАДНАННЯ В
ЕЛЕКТРОМОБІЛІ 256**

Гришук О.К., Тімков О.М., Гладченко В.С.

Національний транспортний університет
(м. Київ, Україна)

**САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ
ДЕЗІНФЕКТАНТІВ У ВИРОБНИЦТВІ ЦУКРИСТИХ РЕЧОВИН 261**

Гусятинська Н.А.

Національний університет харчових технологій
(м. Київ, Україна)

**ВЫБОР ЗАКОНА РЕГУЛИРОВАНИЯ ГРУППОЙ
ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ
ВЫБРОСОВ ТЕПЛА В АТМОСФЕРУ 265**

Дегтярѐв О.Д.

Национальный аэрокосмический университет имени Н.Е.Жуковского «ХАИ»
(г. Харьков, Украина)

**ПЕРСПЕКТИВИ РОЗРОБКИ ХЕМОСОРБЕНТІВ РЕСПІРАТОРНОГО
ПРИЗНАЧЕННЯ ІЗ АНТИБАКТЕРІАЛЬНИМИ І ПРОТИВІРУСНИМИ
ВЛАСТИВОСТЯМИ 270**

Еннан А.А.-А., Длубовський Р.М., Абрамова Н.М.

Фізико-хімічний інститут захисту навколишнього середовища і людини МОН України та НАН
України
(м. Одеса, Україна)

Хома Р.Є., Водзінський С.В.

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова
(м. Одеса, Україна)

**ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОМЁТНЫХ ДВИЖИТЕЛЕЙ НА
КОРАБЛЯХ ВМФ И ТОРГОВОГО ФЛОТА 276**

Ермошкин Н.Г., Шаров Р.А., Бабенчук Н.С.

Институт Военно-Морских Сил Национального университета «Одесская морская академия»
(г. Одесса, Украина)

**ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОМЁТНЫХ ПОДРУЛИВАЮЩИХ
УСТРОЙСТВ НА КОРАБЛЯХ ВМФ И ТОРГОВОГО ФЛОТА 288**

Ермошкин Н.Г., Гончаренко П.Д., Бабенчук Н.С.

Институт Военно-Морских Сил Национального университета «Одесская морская академия»

(г. Одесса, Украина)

ПАРУСНОЕ СУДНО КАК ШКОЛА ПО ПОДГОТОВКЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ МОРЯКОВ 295

Ермошкин Н.Г.

Институт Военно-Морских Сил Национального университета «Одесская морская академия»
(г. Одесса, Украина)

STUDY OF A MINIMALLY EXCESSIVE COMPLANARY CONTROL STRUCTURE WITH TWO AZIMUT CONTROL DEVICES 319

Zinchenko S.M.

Kherson State Maritime Academy
(Kherson, Ukraine)

INCREASING THE ACCURACY AND RELIABILITY OF A DYNAMIC POSITIONING LASER SYSTEM 326

Zinchenko S.N., Moiseenko V.S.

Kherson State Maritime Academy
(Kherson, Ukraine)

ВПЛИВ МІСЦЬ ВИБУХІВ БОЄПРИПАСІВ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ПРИЛЕГЛОЇ ТЕРИТОРІЇ 331

Колосков В.Ю., Дідовець Ю.Ю.

Національний університет цивільного захисту України
(м. Харків, Україна)

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ВИРОБЛЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ КРЕМНІЄВОГО ТА КОНЦЕНТРАТОРНОГО А³В⁵ ФЕП 333

Крапивко Г.І.

Херсонська державна морська академія
(м. Херсон, Україна)

ВПЛИВ АВТОТРАНСПОРТУ НА СТАН ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ В ПРИМІСЬКІЙ ЗОНІ МІСТА ХАРКОВА 337

Кулик М.І., Ульяновченко М.В.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
(м. Харків, Україна)

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ВЫБРОСАМИ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ОТ ИСТОЧНИКОВ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ 341

Лазаренков А.М., Иванов И.А.

Белорусский национальный технический университет
(г. Минск, Беларусь)

ЩОДО СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ 345

Лобойченко В.М., Стрілець В.М., Шевченко Р.І.

Національний університет цивільного захисту України
(м. Харків, Україна)

ВОДОРОД КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ СУДОВОЕ ТОПЛИВО И ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЕГО ПОЛУЧЕНИЯ, ХРАНЕНИЯ, ТРАНСПОРТИРОВКИ И ПРИМЕНЕНИЯ 348

Настасенко В.А., Проценко В.А., Бабий М.В., Палагний В.И.

Херсонская государственная морская академия

(г. Херсон, Україна)

**ТЕХНОЛОГИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ,
ПОВЫШАЮЩАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ СКВАЖИН
В НЕФТЕ-, ГАЗОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ 353**

Пелихатый Н.М.

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина

(г. Харьков, Украина)

Селиванов С.Е.

Херсонская государственная морская академия

(г. Херсон, Украина)

**ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ У НАВЧАЛЬНИХ
АУДИТОРІЯХ 359**

Перетяка С.М.

Одеський національний морський університет

(м. Одеса, Україна)

**КОНТРОЛЬ І НОРМУВАННЯ ЗАПИЛЕНОСТІ ПОВІТРЯ В
ОБСЛУГОВУЮЧІЙ РОБОЧІЙ ЗОНІ ПІДПРИЄМСТВ 363**

Харченко С.О., Гаск Є.А.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра

Василенка

(м. Харків, Україна)

**РЕГІОНАЛЬНЕ УПРАВЛІННЯ В КОНТЕКСТІ НАЦІОНАЛЬНОЇ
ЕКОЛОГІЧНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ 366**

Чорна Т.М., Гусятинський М.В.

Університет державної фіскальної служби України

(м. Ірпінь, Україна)

Гусятинська Н.А.

Національний університет харчових технологій

(м. Київ, Україна)

**ОСОБЛИВОСТІ МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ ОДНОЯРУСНИХ
САМОХІДНИХ БУДИНКІВ НА ВОДІ 371**

Щедролосєв О.В., Терлич С.В., Коновалова А.В., Щедролосєв М.О.

Херсонська філія Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

(м. Херсон, Україна)

**ПОПЕРЕДЖЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ
ЕКСПЛУАТАЦІЇ БАЛАСТНИХ ВІДСІКІВ СУДЕН ШЛЯХОМ
ЗАСТОСУВАННЯ ПРИСТРОЮ З ВИКОРИСТАННЯМ ПЛАВАЮЧИХ
ІНГІБІТОРІВ 374**

Щедролосєв О.В., Узлов О.М., Коновалова Г.В., Кириченко К.В.

Херсонська філія Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

(м. Херсон, Україна)

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ 379

ІМЕННИЙ ПОКАЗЧИК 395

ЗМІСТ 396

НОТАТКИ

Наукове видання

**МАТЕРІАЛИ
VII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ НА ТРАНСПОРТІ ТА ВИРОБНИЦТВІ -
ОСВІТА, НАУКА, ПРАКТИКА**

(SLA-2020)

09 – 12 вересня 2020 року

Тексти статей подано в авторській редакції

Відповідальний за випуск *Врублевський Р.Є.*
Технічний редактор *Калініченко Т.В.*
Друк, фальцювальні-палітурні роботи *Удов В.Г.*

Підписано до друку 02.09.2020. Формат 60x84/16.
Папір офсетний. Друк цифровий. Гарнітура Times New Roman.
Умов. друк. аркушів 25,5. Тираж 100 прим.

Видавництво Херсонської державної морської академії.
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 4319 від 10.05.2012 р.
73000, м. Херсон, пр. Ушакова, 20, к. 224
тел. (0552) 44-25-24