

РЕФЕРАТ

«Інноваційні технології повоєнного відновлення та модернізації суден і портової інфраструктури засобами робототехніки для підвищення їх енергоефективності, екологічності та рівня автоматизації»

Актуальність теми. В сучасних умовах функціонування світової торгівлі, зокрема в контексті транспортних перевезень товарів водними шляхами, існує ризик потреби у позаплановому ремонті суден та об'єктів портової інфраструктури, суднобудівних або судноремонтних підприємств. До традиційних цивільних пошкоджень (як-то корозія, знос обладнання або аварія з неумисним людським фактором) в Україні додаються військові чинники або пошкодження, спричинені бойовими діями (внаслідок впливу мін, безпілотних комплексів, ракет та інших засобів ураження). В свою чергу, спричинені руйнування можуть бути різного ступеня тяжкості та потребувати різних засобів для відновлення з урахуванням цілого переліку умов.

Процес післявоєнного відновлення плавучих та берегових об'єктів є багатоступінчатим та включає в себе ряд особливостей кожного конкретного випадку. Проте в цілому можна визначити перелік спільних міжгалузевих проблем, які пов'язані з портовою енергетичною інфраструктурою, системами керування доковими операціями, роботизованими комплексами відновлення пошкоджених об'єктів і забруднених територій та потребують сумісного вирішення з використанням сучасних методів і засобів. При цьому в процесі післявоєнної відбудови портової інфраструктури України доцільно одночасно проводити модернізацію та закладати «запас» перспективних технологій для більш ефективного вирішення цільових завдань у довготривалій перспективі.

Підвищення надійності, рівня автоматизації, енергоефективності, екологічності виконуваних технологічних операцій є невід'ємною частиною процесів повоєнного відновлення та модернізації суден і портової інфраструктури відповідно до Проекту «Плану відновлення України» (липень 2022), Законів України «Про державну підтримку суднобудування» від 4 жовтня 2012 року, «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» та «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні» із змінами, внесеними згідно із Законом № 3534-ІХ від 21.12.2023, ВВР, 2024, №3, ст. 21, освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, розвиток транспортної системи, застосування технологій охорони навколишнього природного середовища, розвиток сучасних інформаційних, комунікаційних технологій, робототехніки визнані стратегічними пріоритетними напрямками інноваційної діяльності. Крім того, відповідно до встановленого законодавства, а саме таких норм як: Міжнародна конвенція по запобіганню забрудненню з суден; Міжнародний кодекс морського перевезення небезпечних вантажів (прийнятий резолюцією ІМО А.716(17)); Кодекс торговельного мореплавства України; Закон України «Про морські порти України» від 04.07.2013 № 406-VII, Постанова Кабінету Міністрів України від 29.02.1996 № 269 «Про затвердження Правил охорони внутрішніх морських вод і територіального моря від забруднення та засмічення»; Наказ Міністерства інфраструктури України від 21.08.2013 № 631 «Про затвердження Порядку надання послуг із забезпечення запобігання і ліквідації розливу забруднюючих речовин у морських портах України», зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 06.09.2013 за № 1533/24065 портова інфраструктура має забезпечувати достатній контроль та якісне поводження з відходами.

Основними проблемами, які виникають при відновленні суден і портових об'єктів, є наступні: наявність великого обсягу необхідних монотонних робіт, низький рівень їх автоматизації або продуктивності наявного технологічного обладнання, висока залежність від «людського фактору» встановлених систем контролю і керування. Як правило,

наявність цих проблем призводить до необхідності залучення великої кількості висококваліфікованих співробітників, підвищення термінів відновлення, енергетичних та матеріальних витрат, ускладнення екологічних наслідків.

Для відновлення та організації надійної роботи портового і суднового обладнання використовуються пневматичні та електричні джерела енергії. Портові компресорні системи забезпечують живлення плавучих доків і інструментів, а також транспортування газоподібних речовин. Однак, відсутня методика, яка дозволить наочно враховувати вплив конструктивних особливостей робочого колеса на ККД ступені компресора, призначеного для роботи у діапазоні дозвуквої швидкості газу.

В сучасних умовах збільшується кількість суден на електричній тязі, для яких потрібні відповідні системи зарядки та розмагнічування. Так, з метою зниження негативного впливу на оточуюче середовище серед підйомно-транспортного устаткування застосовуються пристрої з електричною тягою. Враховуючи успішну світову практику, плавучі механізми, та підйомники, а також вантажні судна невеликої дальності слідування (наприклад, для річкового перевезення), можуть бути побудовані або переобладнані в повністю електричні судна на тягових батареях. Зарядку тягових батарей таких суден та устаткування необхідно здійснювати від електроенергетичної мережі порту, тому актуальним є питання розробки енергоефективного обладнання зарядки тягових батарей суден та акумуляторних батарей вантажно-підйомного електрообладнання великої потужності. В умовах мінного забруднення акваторій питання розмагнічування всіх суден з феромагнітними корпусами постає особливо гостро. В системах розмагнічування суден висуваються високі вимоги до низькочастотної і високочастотної стабільності вихідного струму в колах розмагнічування, оскільки це впливає і на якість розмагнічування, і на забезпечення електромагнітної тиші судна в плаванні. Природне обмеження струмів перевантажень є корисним в системах розмагнічування суден при комутаціях або при аварійних замиканнях кіл розмагнічування, які пролягають у корпусі судна, і в зарядних пристроях при ввімкненні перетворювача на навантаження з близькою до нуля проти-ЕРС. Тому, перетворювачі електроенергії резонансного типу доцільно застосовувати в системах розмагнічування суден завдяки порівняно зменшеному рівню генерованих перешкод і природному обмеженню швидкості наростання струмів перевантажень в силовій схемі.

Наступним важливим питанням ефективного функціонування портів є забезпечення надійності та ефективності докових операцій із судном. Все частіше (в порівнянні з сухими доками) для обслуговування і ремонту великогабаритних суден використовуються великотоннажні плавдоки, оснащені спеціалізованими комп'ютерними системами (СКС). У той же час плавучі доки, незважаючи на їх конструктивну складність і високу вартість експлуатації, стрімко стають основним засобом підйому суден різного призначення і тоннажу для проведення різного роду докових операцій. Сучасний рівень автоматизації плавучих доків з наявністю постійного операторського контролю їх параметрів є причиною збільшення тривалості процесів підйому або спуску судна та недостатньої ефективності його використання. Підвищення продуктивності та надійності роботи доків можливе за рахунок створення нових та модифікації існуючих СКС параметричного керування та керованої стабілізації плавучих доків з ієрархічною структурою та комп'ютерними компонентами, синтезованими на основі сучасних методів і засобів дослідження вбудованих систем реального часу, контрольної-діагностичного забезпечення, інтелектуальних методів ідентифікації, технологій хмарних обчислень та ін.

Особливо гостро стоїть проблема відновлення великогабаритних поверхонь суден, доків, елеваторів засобами мобільної робототехніки. Комплекс відновлювальних робіт містить послідовність наступних окремих технологічних операцій: інспекція та діагностика пошкоджень; опріснення; зачищення пошкоджених місць та супутнє очищення від корозії

та обростання поверхонь великої площі та у важкодоступних місцях; різання; зварювання; монтаж нових елементів корпусної конструкції; нанесення захисних покриттів та/або фарбування, а також пожежогасіння (особливо актуально для великих резервуарів із займистими сумішами в порту). Деякі з вказаних операцій можуть виконуватися за підвищених температур, під водою, в умовах значної загазованості або агресивних випаровувань. Важкі та монотонні операції доцільно автоматизувати з використанням роботів, які здатні переміщуватися по складних поверхнях та послідовно здійснювати задані операції. Проте, подібні мобільні робототехнічні комплекси є складними об'єктами керування, показують невисоку енергоефективність та надійність процесів переміщення по робочих поверхнях.

Одночасно, діяльність морських портів має ключове значення у розвитку економіки нашої держави, проте у ході їх відбудови та експлуатації відбуваються забруднення акваторій нафтопродуктами, харчовими та побутовими відходами, промивними водами та паливо-мастильними компонентами. Забруднення моря з суден нафтою та нафтопродуктами у портових акваторіях найчастіше відбувається під час бункерування суден, приймання забруднених речовин і сміття з суден, прийманні палива на судна. Також забруднення може відбуватися унаслідок зіткнення суден, пожеж на борту, посадки судна на міліну та викидання його на берег, аварій судових машин та механізмів, витоку за борт судна забруднюючих речовин через відсутність належного контролю за виконанням робіт з боку екіпажу під час промивання танків, бункерування судна чи збору баластових вод.

При цьому, поводження з таким типом відходів як нафтошламів залишки є складною технічною проблемою, поєднаною зі значними збитками навколишньому середовищу або зі значними витратами на екологічно безпечну утилізацію. Серед заходів, що вживаються з метою охорони навколишнього середовища від нафтових забруднень, одним з перспективних і екологічно безпечних є метод біоремедіації акваторій, заснований на здатності деяких мікроорганізмів до деструкції нафти і нафтопродуктів. Тому доцільною є розробка концепції технології біоремедіації нафтовмісних забруднень та утилізації нафтових шламів з використанням комплексу з новітнього експериментального біопрепарату на основі мікробного консорціуму роду *Bacillus* на його основі. Реалізація даної концепції з використанням засобів робототехніки сприятиме підвищенню екологічної безпеки припортових зон, забезпечить дотримання норм ЄС та попередньо перелічених екологічних ініціатив в Україні.

Таким чином, створення та удосконалення засобів і методів для відновлення та модернізації суден і об'єктів портової інфраструктури, які дозволяють підвищити їх рівень автоматизації, енергоефективність та екологічність, і, як наслідок, безпеку і економічну ефективність, є актуальними задачами.

Науково-технічною проблемою, яка вирішується в роботі, є зменшення часових, енергетичних витрат та екологічних наслідків під час відновлення і/або модернізації пошкоджених об'єктів портової інфраструктури, суден, територій та акваторій при виконанні основних технологічних операцій із загальним підвищенням безпеки їх виконання. Розробка інноваційних технологій для повоєнного відновлення та модернізації суден і портової інфраструктури вбачається за рахунок: а) удосконалення методики та засобів проектування відцентрового компресора для отримання оптимальних за ККД параметрів лопаток робочого колеса з високим ступенем наочності; б) розробка енергоефективних резонансних перетворювачів постійної та змінної напруги для здійснення безконтактної зарядки екологічно чистих суден і вантажно-транспортного обладнання з електричною тягою та удосконалення систем розмагнічування суден під час портових операцій; в) модернізація системи керування доковими операціями спуску та підйому судна введенням інтелектуальних керуючих пристроїв для підвищення

енергоефективності, надійності та зменшення часу проведення докових операцій; г) удосконалення моделей і системи керування мобільним роботом для опрацювання пошкоджених поверхонь суден та нанесення захисних покриттів з високим рівнем автоматизації виконуваних операцій; д) створення концепції технології біоремедіації нафтовмісних забруднень та утилізації нафтових шламів засобами робототехніки з використанням комплексу з новітнього експериментального біопрепарату на основі консорціуму мікроорганізмів роду *Bacillus*.

Метою наукової роботи є підвищення енергоефективності, екологічності та рівня автоматизації процесів повоєнного відновлення та модернізації суден і портової інфраструктури за рахунок удосконалення існуючих та створення нових моделей, методів та різнотипних засобів сучасної робототехніки, керуючих і біологічних систем, які можуть створити конкуренцію світовим аналогам та успішно застосовуватися на вітчизняних та закордонних профільних підприємствах.

Наукові результати роботи:

1. Удосконалено технологію комп'ютерного проектування відцентрового компресора шляхом застосування високоефективного програмного забезпечення з підтримкою векторно-матричних операцій та загальної параметричної оптимізації на єдиній мові програмування високого рівня, яка не потребує необхідності оголошувати змінні, визначати типи та розподіляти пам'ять, що в цілому дозволить конструювати високоефективні відцентрові компресори різного призначення з оптимізованими параметрами.

2. Вперше отримано аналітичні залежності середнього значення вихідного струму резонансного перетворювача з послідовно-послідовним та послідовно-паралельним резонансними контурами для випадку регулювання числа імпульсів вихідного струму, що дозволило розрахувати статичні характеристики резонансного перетворювача для безконтактної передачі електроенергії.

3. Удосконалено математичну модель двоконтурних резонансних перетворювачів для безконтактної індуктивної передачі енергії в частині опису електромагнітних процесів за рахунок введення комутаційних послідовностей силових ключів, що дозволило отримати вихідні характеристики електромагнітних процесів в резонансному контурі.

4. Запропоновано методику розрахунку статичних характеристик резонансного перетворювачів мостового типу з різною конфігурацією резонансних контурів, що дозволяє розрахувати зовнішні та регульовальні характеристики перетворювачів з урахуванням схеми живлення та зміни параметрів навантаження.

5. На основі отриманих аналітичних залежностей середнього струму через ключі інвертора за півперіод перетворення від параметрів схеми та параметрів системи керування проаналізовано енергетичні параметри послідовно-послідовного резонансного перетворювача для бездротової передачі електроенергії, що показали найвищий ККД безконтактної передачі (в діапазоні 80-84 %) при частоті комутації від 5 кГц до 150 кГц.

6. Проведено аналіз електромагнітних процесів у квазірезонансних зворотньоходових перетворювачах для безконтактної передачі енергії, в результаті чого вперше отримано аналітичні залежності, що поєднують паразитні та непаразитні параметри трансформатора, параметри навантаження, вихідні та резонансні характеристики перетворювача.

7. Запропоновано часо-імпульсний закон регулювання зарядного струму акумулятора, що дозволяє, застосовуючи паразитні параметри зворотньоходового трансформатора в якості елемента резонансного контуру та на основі отриманих аналітичних залежностей, підтримувати заданий рівень зарядного струму акумулятора.

8. Отримано динамічні моделі мостових багатоконтурних резонансних перетворювачів, що застосовуються як для безконтактної передачі електроенергії, так і в

якості складових систем для розмагнічування суден, що дозволило отримати динамічні характеристики перетворювачів із зниженим рівнем генерованих електромагнітних завад.

9. Удосконалено метод оптимізації структури контролера осадки плавучого доку за рахунок застосування інтелектуального підходу нечіткої логіки, проведений синтез нечіткого контролера, який при оптимізованих параметрах здатен реагувати на зміну осадки плавучого доку з високою точністю.

10. Сформовано модель сенсорного забезпечення та удосконалено метод технічної діагностики гідростатичних датчиків плавучого доку, який базується на періодичному тестуванні датчиків з подальшою перевіркою їх на працездатність, що дозволяє підвищити достовірність вимірювань і зменшити час обслуговування вимірювального обладнання.

11. Вдосконалено модель взаємодії оператора з комп'ютерною системою контролю осадки плавучого доку шляхом застосування мобільного додатку з відповідним розробленим програмним забезпеченням, що дозволяє розширити можливості контролю робочих параметрів плавучого доку в процесі занурення та спливання.

12. Вперше побудовано імітаційну модель притискного електромагніту мобільного робота для опрацювання пошкоджених поверхонь суден та нанесення захисних покриттів удосконаленим коло-польовим методом на основі інтерпольованих залежностей потокозчеплення та електромагнітної сили від магніторушійної сили та величини повітряного зазору, отриманих чисельними розрахунками магнітного поля, що дозволяє досліджувати динамічні властивості та отримувати тягові характеристики електромагніту.

13. Удосконалено математичну модель мобільного робота для переміщення по феромагнітній поверхні, яка враховує взаємозв'язок притискного зусилля, напрямку та швидкості руху з кутом нахилу робочої феромагнітної поверхні, що дозволяє більш повно досліджувати динаміку руху.

14. Набула подальшого розвитку методика розробки систем віддаленого керування мобільним роботом на базі Інтернету речей, просторовий рух якого може керуватися з будь-якої точки світу за наявності доступу до мережі Інтернет при недостатній кваліфікації чергового оператора.

15. Вперше запропоновано систему автоматичного контролю параметрів водного середовища з бездротовою передачею даних шляхом встановлення різнотипних дискретних і аналогових датчиків і відповідного розширення кількості параметрів вимірювання, а також здійснення неперервної реєстрації електричних сигналів цих датчиків та їх передачі за допомогою бездротового зв'язку до віддаленого сервера з можливістю архівування даних, що в цілому підвищить рівень інформативності і дозволить ефективно здійснювати вимірювання параметрів якості води через мережу Інтернет персоналом берегового посту контролю.

16. Вперше запропоновано принципово нову конструкцію автономного робота, що здатен пересуватися по направляючій вісі з розпірними опорами, який має високий рівень автоматизації відбору та аналізу проб води поблизу поверхні водойми та у придонних глибинах, забезпечуючи при цьому високу точність позиціонування та експрес-аналіз основних параметрів води;

17. Вперше запропоновано концепцію орієнтування МР в багаторівневому середовищі та інформаційну систему глобальної навігації для розрахунку найкоротшого маршруту руху мобільного робота, яка враховує особливості переходів між поверхнями рівнів, ітераційно обчислює оптимальні довжини шляхів як всередині окремих рівнів, так і в межах переходів між рівнями, що прискорює процес пошуку оптимального маршруту з високим рівнем візуалізації.

18. Вперше запропоновано науково обґрунтовані, економічно та енергетично доцільні комплексні заходи щодо застосування біопрепарату «Деструктор НШ», який виготовлений

на основі мікроорганізмів роду *Bacillus* (*Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *plantarum*, *Bacillus amyloliquefaciens* та *Bacillus subtilis*), для підвищення ефективності технології роботизованої утилізації нафтовмісних відходів, отриманих у ході експлуатації суден та портової інфраструктури.

Отримані науково-технічні результати відзначаються принциповою новизною, захищеною 3 патентами України на корисні моделі, і свідчать про те, що *робота відповідає кращим світовим аналогам і перевищує існуючі вітчизняні розробки*.

Достовірність результатів досліджень забезпечена коректною постановкою завдань теоретичних й експериментальних досліджень, коректним застосуванням математично і фізично обґрунтованих сучасних розрахунково-експериментальних методів дослідження, прийнятною точністю отриманих експериментальних даних та їх математико-статистичною обробкою, задовільним узгодженням результатів теоретичних і експериментальних досліджень.

Науковий та інноваційний рівень розроблених технологій підтверджено резолюціями 19 авторитетних міжнародних наукових форумів та конференцій в Україні та за кордоном: на Всеукраїнській науково-технічній конференції «Сучасні проблеми автоматики та електротехніки» (м. Миколаїв, 2024 р.), Міжнародній мультидисциплінарній науковій інтернет-конференції (м. Тернопіль, Україна, м. Ополе, Польща 2024 р.), Міжнародних конференціях: International Conference on Advanced Computer Information Technologies (м. Вроцлав, Польща, 2023 р.), Information and Communication Technologies in Education, Research, and Industrial Applications (м. Івано-Франківськ, 2023 р.), на міжнародних конференціях IEEE 41st International Conference on Electronics and Nanotechnology (м. Київ, 2019, 2022 р.), IEEE 3rd KhPI Week on Advanced Technology (м. Харків, 2022 р.), IEEE 3rd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON), (м. Львів, 2021), 2nd International Workshop on Information-Communication Technologies & Embedded Systems (ICTES 2020), (м. Миколаїв, 2020 р.), International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer (м. Харків 2020 р., м. Київ, 2017 р.), International Conference on Intelligent Energy and Power Systems (IEPS) (м. Стамбул, Турція 2020 р., м. Харків, Україна, 2018 р.), Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS): Proceedings of the 10th IEEE International Conference (Metz, France, 2019 р., Bucharest, Romania, 2017 р.), IEEE Second Int. Conf Data Stream Mining & Processing (DSMP) (м. Львів, 2018 р.), 9th IEEE Int. Conf Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT'2018) (м. Київ, 2018 р.), 14th International Conference Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET) (м. Львів – м. Славське, 2018 р.), Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH-2017) (м. Поляна, 2017).

Впровадження результатів досліджень. Результати досліджень впроваджені у вітчизняних виробничих, наукових, проектних та конструкторських установах та за кордоном, зокрема в Інституті імпульсних процесів і технологій НАН України при розробці системи для високочастотної розрядноімпульсної дезінтеграції важких псевдосплавів вольфраму на порошкові мікрокомпоненти, НВП «Техносервіспривід» при живленні двигунів змінного струму під час монтажу, ремонту (відновлення) та модернізації промислового обладнання, ТОВ «АМІКО Комплект», ТОВ «ССЗ «НІБУЛОН» та ПАТ «Чорноморсуднопроект» при проектуванні нових автоматизованих систем управління технологічними процесами; ТОВ «Респект Бізнес» при проектуванні автоматизованого виробничого комплексу та системи керування обладнанням, ТОВ «Дизайн Бюро ІМТ» під час проектування програмного забезпечення робототехнічних засобів, ТОВ «Аміко Сервіс» при проектуванні автоматизованих систем управління доковими операціями занурення та спливання плавучого доку; ТОВ «Ефтерра» при

проектуванні автоматизованих систем керування рухомим технологічним обладнанням, ТОВ «Алекс Рітейл» при проектуванні компресорних систем та вентиляційного обладнання, ТОВ «ЕТК «Аверон» та ТОВ «ПО Юнайтед Продакшенс» під час проектування обладнання, ТОВ НВП «КАРАТ-БІО» при проектуванні технологічної схеми біоремедіації полігону складання нафтовмісних шламів.

Результати роботи впроваджено також в Міжнародній академії морських наук, технологій і інновацій та електротехнічній лабораторії МП «ОРБІТА», яка для живлення двигунів змінного струму при монтажі, ремонті (відновленні) та модернізації промислового обладнання замовника застосовує резонансні перетворювачі змінної напруги замість традиційних перетворювачів частоти. Економічний ефект від впровадження запропонованого резонансного перетворювача змінного струму замість традиційного складає 1,0149 гривень на 1кВт*год (у відповідності із тарифами на послуги з розподілу електричної енергії для II класу напруги, що діють з 01 січня 2024 року).

Тематика роботи пов'язана із галузевими планами профільних підприємств України, спрямованих на підвищення довговічності, працездатності, надійності та економічності виробничих технологій та обладнання.

Наукова робота виконана у відповідності до тематичного плану фундаментальних науково-дослідницьких держбюджетних і госпдоговірних робіт Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова:

(а) за держбюджетними НДР: «Дослідження та розробка модулю термоакустичного перетворювача теплових викидів енергетичних установок транспорту та промисловості», № ДР 0115U000301 (2015-2017 рр.); «Розробка енергоефективних суднових систем автоматизації процесів генерування й перетворення електроенергії та їх моделей для покращення якості електроенергії та електромагнітної сумісності», № ДР 0117U000346 (2017-2018 рр.); «Розробка комп'ютеризованої системи моніторингу та автоматичного керування мобільним роботом багатоцільового призначення на основі інтелектуальних технологій», № ДР 0117U007282 (2017-2020 рр.); «Розробка засобів покращення ефективності, якості електричної енергії та електромагнітної сумісності в СЕЕ з напівпровідниковими перетворювачами електроенергії», № ДР 0119U002104 (2019-2020 рр.); «Новітні технології створення функціональних напилених покриттів у суднобудуванні», № ДР 0121U100406 (2021–2023 рр.); «Розробка енергоефективних засобів генерації та перетворення електроенергії для систем розмагнічування малих кораблів», № ДР 0124U001522 (2024-2025 рр.); «Розробка засобів суднових систем генерації та перетворення електроенергії для підвищення енергоефективності та поліпшення електромагнітної сумісності», № ДР 0121U112133 (2021-2022 рр.); «Розробка заходів та технологій захисту довкілля від забруднень», № ДР 0120U100038 (2020 – 2024 рр.); в яких автори брали участь в якості наукового керівника, відповідального виконавця та виконавців проектів.

(б) за міжнародним контрактом № 10-201301 «Розробка швидкої бездротової зарядної технології для акумуляторів, що використовуються в екологічно безпечних транспортних засобах», замовник – КНР, Професійний інститут промислової технології Янченг (2017 – 2018 рр.).

(в) за господарсько-договірною темою № 1878 «Спосіб утилізації нафтових шламів методом біоремедіації», замовник – ТОВ НВП «КАРАТ-БІО», (2019-2023 рр.).

Крім того, представлені наукові дослідження проводились в рамках міжнародної наукової університетської кооперації при виконанні міжнародних проектів за програмами Європейського Союзу: Erasmus+ (Aliot) та DAAD-Ostpartnerschaftsprogramm (проект з Саарландським університетом, ФРН).

Теоретичні результати використані в навчальному процесі НУК ім. адм. Макарова при

підготовці фахівців за спеціальностями 174 – “Автоматизація, комп’ютерно-інтегровані технології та робототехніка” та 183 – “Технології захисту навколишнього середовища”, про що свідчать відповідні акти впровадження.

У першому розділі розглянуті засоби підвищення ефективності портової енергетичної інфраструктури, зокрема пневмо- та електросистем. Спочатку представлено розробку та дослідження імітаційної моделі багатоступінчастого відцентрового компресора на основі методології термодинамічного та газодинамічного розрахунку з урахуванням характерних точок та детального визначення основних геометричних параметрів робочих коліс та лопатевих дифузоров як основних частин відцентрових компресорів. В результаті отримано удосконалену методику та програмну реалізацію інформаційно-розрахункового комплексу для проектування конструкцій крильчатки і дифузора, яка істотно скорочує час проектування та дозволяє проводити оптимізацію параметрів за коефіцієнтом корисної дії.

Також запропоновано резонансні перетворювачі (РП) різної конфігурації для здійснення безконтактної зарядки суден та вантажно-транспортного портового устаткування на електричній тязі, які дозволяють здійснити більш високу ефективність передачі енергії. Крім того, показано доцільність використання даних перетворювачів в системах розмагнічування суден у зв’язку із зниженим рівнем генерованих електромагнітних завад. Проведено аналіз електромагнітних процесів в силових частинах РП різної конфігурації, конструкції яких передбачають як використання додаткових реактивних елементів резонансного контуру, так і використання замість них паразитних параметрів трансформатора, що дозволяє знизити масогабаритні показники та підвищити енергоефективність зарядного пристрою. Побудовано та удосконалено математичні моделі представлених РП. Запропоновано методику розрахунку статичних характеристик резонансного перетворювачів мостового типу з різною конфігурацією резонансних контурів. Отримано динамічні моделі мостових багатоконтурних резонансних перетворювачів, що застосовуються як для безконтактної передачі електроенергії, так і в якості складових систем для розмагнічування суден. Проаналізовано енергетичні параметри та здійснено оцінку втрат потужності при безконтактній передачі енергії.

У другому розділі роботи показано, що підвищення ефективності процесів відновлення суден можна досягти на етапах а) підняття/занурення за допомогою плавучого доку та б) проведення ремонтних операцій на феромагнітних корпусах за допомогою мобільного робота (МР). Відповідно розглядаються засоби підвищення рівня автоматизації докових операцій та обслуговування суден засобами робототехніки.

Розглянуто сенсорне забезпечення спеціалізованої комп’ютерної системи параметричного контролю та керованої стабілізації плавучого доку та вдосконалено метод технічної діагностики гідростатичних датчиків вимірювання рівня рідини. Сенсорні компоненти у баластному комплексі відіграють роль засобів для вимірювання поточного значення рівня, фіксованих значень рівня, температури рідкого баласту, витрат рідини та надлишкового тиску в баластних танках. Зовнішні борти веж плавучого доку оснащені гідростатичними датчиками, які використовуються для непрямих вимірів прогину/перегину та кутів нахилу плавучого доку. Удосконалення системи керування осадкою плавучого доку здійснено за рахунок синтезу та оптимізації інтелектуальних комп’ютерних компонентів контролю, зокрема нечітких ПД-контролерів осадки плавучого доку. Для синтезу інтелектуальних комп’ютерних компонентів контролю розроблена узагальнена математична модель плавучого доку. На основі математичної формалізації плавучого доку, як об’єкта з нелінійними, нестационарними та невизначеними параметрами проведено оптимізацію нечіткого контролера осадки типу Мамдані. Виконано розробку програмно-алгоритмічної реалізації людино-машинної взаємодії оператора і плавучого

доку, яка характеризується використанням в її компонентах технологій мобільного програмування і Інтернету речей.

В рамках підвищення рівня автоматизації операцій відновлення феромагнітних поверхонь корпусів суден, резервуарів та інших об'єктів портової інфраструктури розглянуто комп'ютерну 3D-модель гусеничного мобільного робота (МР). На основі удосконаленого коло-польового метода та інтерпольованих залежностей потокозчеплення та електромагнітної сили від магніторушійної сили та величини повітряного зазору, отриманих чисельними розрахунками магнітного поля, побудовано імітаційну модель притискного електромагніту МР, що дозволяє досліджувати його динамічні властивості та отримувати тягові характеристики, а також розраховувати потрібну кількість таких магнітів. Удосконалено математичну модель МР для опрацювання пошкоджених поверхонь суден та нанесення захисних покриттів, яка враховує взаємозв'язок притискного зусилля, створюваного електромагнітом, напрямку та швидкості руху з кутом нахилу робочої феромагнітної поверхні, що дозволяє більш повно досліджувати динаміку руху. Розроблено модель експериментального МР та проведено аналіз статистичних показників для оцінки адекватності теоретичної моделі. Удосконалено систему керування МР на основі Інтернету речей для віддаленого доступу зовнішнім експертам при недостатній кваліфікації чергового оператора.

У третьому розділі представлено результати розробки інноваційної методики, яка включала би спрощені протоколи моніторингу та контролю стану портових акваторій у взаємодії з новітніми розробками у сфері робототехніки. Розглянуто розробку інформаційно-вимірнувальної системи оперативного екологічного моніторингу водного середовища акваторії, яка дозволяє автоматизувати процес вимірювань, розширити функціональні можливості, номенклатуру забруднюючих речовин і параметрів води та значно скоротити час вимірювання, підвищити точність і чутливість вимірювань, здійснювати первинну обробку даних, оперативну передачу інформації через інтерфейс RS-232/485 та за допомогою технології Інтернету речей. Розроблено автономного робота для відбору та аналізу проб води, який забезпечує високий рівень автоматизації взяття і аналізу проб води поблизу поверхні та у придонних глибинах, забезпечуючи при цьому високу точність позиціонування та експрес-аналіз основних параметрів води, результати якого передаються бездротово на береговий пункт.

Запропоновано технологію поводження з нафтовмісними відходами, які можуть утворюватися у ході експлуатації портової інфраструктури та аварійних ситуацій на суднових машинах. На основі аналізу сучасних розробок визначено, що біологічна деградація є надійним і доцільним механізмом для зменшення забруднюючих речовин у нафтошламових відходах. Проведені експериментальні дослідження використання біопрепаратів на основі мікроорганізмів - нафтодеструкторів у технологіях відновлення територій порушених нафтою та нафтопродуктами показали найвищу ефективність при використанні мікроорганізмів роду *Bacillus*.

Запропоновано інформаційну систему глобальної навігації для розрахунку найкоротшого маршруту руху МР при переміщенні до місця забруднення та автоматизованого нанесення біопрепарату на основі концепції орієнтування МР у багаторівневому середовищі, яка враховує особливості переходів між поверхнями рівнів, що прискорює процес пошуку оптимального маршруту з високим рівнем візуалізації.

Систематичне планування, підкріплене комплексним моніторингом у реальному часі, забезпечує основу для виявлення та управління факторами та проблемами, які сприяють невизначеності під час роботизованого виконання операцій поводження з нафтовмісними відходами у багаторівневому середовищі припортової зони. Важливою перевагою такого підходу є ступінь контролю над процесами, що використовуються для маніпулювання

системою, коли факторами можна керувати в рамках довгострокової багаторічної програми, що сприятиме стратегічному плануванню, яке знизить витрати на проектування, забезпечуючи при цьому досягнення бажаних рівнів екологічної безпеки.

Технологія екологічного відновлення розроблена з використанням новітніх методів та роботизованого обладнання, подібних до тих, які передбачені для промислового підходу, і як такі вони можуть моделювати багато проблем, очікуваних для повномасштабного впровадження, зокрема: збір та обробка матеріалів, оптимізація та налаштування системи, а також використання реального часу та робочої сили. Тому концепцію, представлену у даному розділі, можна використовувати як частину глобальної моделі для визначення відповідних стратегій біоремедіації та утилізації нафтових шламів.

За темою роботи авторами опубліковано 75 наукових праць: 1 монографія, 6 розділів в колективних закордонних монографіях (з них 2 – одноосібні), 3 розділи в колективних монографіях, опублікованих в Україні, 39 статей у фахових виданнях категорії "А" та виданнях, включених до наукометричних баз Scopus та/або Web of Science, 18 статей у фахових виданнях категорії "Б", 5 одноосібних тез доповідей, 3 патенти України на корисну модель. Згідно бази даних Scopus загальна кількість посилань на публікації авторів 162, h-індекс (за роботою) - 7; згідно бази даних Web of Science загальна кількість посилань на публікації авторів 34, h-індекс (за роботою) - 4; згідно бази даних Google Scholar загальна кількість посилань - 279, h-індекс (за роботою) - 10.

Автори:

Вінниченко І.Л.



Герасін О.С.



Топалов А.М.



Недорода В.М.



Перелік наукових публікацій, що увійшли до роботи

«Інноваційні технології повосенного відновлення та модернізації суден і портової інфраструктури засобами робототехніки для підвищення їх енергоефективності, екологічності та рівня автоматизації»

Автори: к.т.н., доцент Вінниченко І.Л.,
к.т.н., доцент Герасін О.С.;
к.т.н., доцент Топалов А.М.;
доктор філософії Недорода В.М.

№ з/п	Назва публікації	Вихідні дані/реквізити публікації	Авторський доробок
I. Монографії/ підручники/ посібники/ методики/			
в стовпчику 4 вказується кількість друкованих аркушів**, що належать претендентам **друкований аркуш – одиниця вимірювання натурального обсягу видання, що дорівнює друкованому відбитку на одній стороні паперового аркуша, що сприймає фарбу з друкарської форми, стандартного формату			
1	Sensor technology for floating dock ballast system with technical diagnostics. Achievements of Ukraine and EU countries in technological innovations and invention: Scientific monograph	<u>Topalov A.M.</u> Sensor technology for floating dock ballast system with technical diagnostics. Achievements of Ukraine and EU countries in technological innovations and invention: Scientific monograph. Riga, Latvia: «Baltija Publishing», 2022. P. 436 – 465. ISBN 978-9934-26-254-8 https://doi.org/10.30525/978-9934-26-254-8-15	1,3 др. арк. (одноосібний розділ в колективній закордонній монографії)
2	Mobile robot for automatic movement and spraying coatings on ferromagnetic surfaces in ship repair. Achievements of Ukraine and EU countries in technological innovations and invention : Scientific monograph.	<u>Gerasin O.S.</u> Mobile robot for automatic movement and spraying coatings on ferromagnetic surfaces in ship repair. Achievements of Ukraine and EU countries in technological innovations and invention : Scientific monograph. Riga, Latvia : «Baltija Publishing». 2022. P. 151-178. https://doi.org/10.30525/978-9934-26-254-8-5	1,23 др. арк. (одноосібний розділ в колективній закордонній монографії)
3	Energy-efficient series-resonant DC/DC converter”, in Achievements of Ukraine and EU Countries in Technological Innovations and Invention : Scientific monograph,	Pavlov H., <u>Vinnychenko I.</u> , Pokrovskii M. Energy-efficient series-resonant DC/DC converter. Achievements of Ukraine and EU Countries in Technological Innovations and Invention : Scientific monograph. Riga, Latvia : «Baltija Publishing». 2022. P. 295-326. https://doi.org/10.30525/978-9934-26-254-8-10 .	0,5 др.арк. (розділ в колективній закордонній монографії)
5	Оцінка ефективності Bacillus Subtilis при біоремедіації нафтозабруднених ґрунтів за допомогою	Трохименко Г. Г., <u>Недорода В. М.</u> , Степова О. В. Оцінка ефективності Bacillus Subtilis при біоремедіації нафтозабруднених ґрунтів за допомогою біотестування. Подолання екологічних ризиків та загроз для довкілля в умовах надзвичайних ситуацій – 2022:	0,3 др.арк. (розділ в колективній монографії)

	біотестування. Подолання екологічних ризиків та загроз для довкілля в умовах надзвичайних ситуацій	колективна монографія, за ред. М. С. Мальований, О. В. Степова. Полтава, 2022. С. 133-145. https://doi.org/10.23939/monograph2022	
4	Високочастотні резонансні перетворювачі постійної та змінної напруги: монографія	Павлов Г.В., <u>Вінниченко І.Л.</u> , Покровський М.В., Обрубов А.В._ Високочастотні резонансні перетворювачі постійної та змінної напруги: монографія. Миколаїв: видавець Торубара В.В. 2020, 205 с. ISBN 978-617-7472-74-1	2,3 др. арк.
6	Internet of Things for Industry and Human Application. In Volumes 1-3. Volume 3. Assessment and Implementation	R.M. Babakov, T.O. Biloborodova, A.O. Bojko, V.V. Bousher, E.V. Brezhniev, P.Y. Bykovyy, M.V. Derkach, Z.I. Dombrowskyi, S.I. Dotsenko, O.V. Drozd, H.V. Fesenko, <u>O.S. Gerasin</u> , G.M. Hladiy, O.O. Iliashenko, V.S. Kharchenko, V.V. Kochan, M.O. Kolisnyk, Yu.P. Kondratenko, O.V. Korobko, O.V. Kozlov, Y.M. Krainyk et al. Internet of Things for Industry and Human Application. In Volumes 1-3. Volume 3. Assessment and Implementation / V. S. Kharchenko (ed.) – Ministry of Education and Science of Ukraine, National Aerospace University KhAI, 2019. – 918 p.	1,99 др. арк. (розділ в колективній монографії)
7	Internet of Things for Industrial Systems: Trainings	Yu.P. Kondratenko, G.V. Kondratenko, O.V. Kozlov, <u>A.M. Topalov</u> , <u>O.S. Gerasin</u> , S.O. Subbotin, A.O. Oliinyk, D.V. Pavlenko, S.D. Leoshchenko, R.M. Babakov, V.S. Kharchenko, O.O. Iliashenko. Internet of Things for Industrial Systems: Trainings / Yu.P. Kondratenko and V.S. Kharchenko (Eds.) – Ministry of Education and Science of Ukraine, Petro Mohyla Black Sea National University, Zaporizhzhia National Technical University, National Aerospace University “KhAI”, Vasyl’ Stus Donetsk National University, 2019. P. 7-80.	3,32 др. арк. (розділ в колективній монографії)
8	Complex Industrial Systems Automation Based on the Internet of Things Implementation. Information and Communication Technologies in Education, Research, and Industrial Applications.	Kondratenko Y., Kozlov O., Korobko O., <u>Topalov A.</u> Complex Industrial Systems Automation Based on the Internet of Things Implementation. Information and Communication Technologies in Education, Research, and Industrial Applications. In: Bassiliades N. et al. (eds). Springer, 2018. vol. 826. P. 164–187.	0,3 др. арк. (розділ в закордонній колективній монографії, що входить до Scopus та WoS)
9	Controllers for Increasing Efficiency of the Floating Dock’s Operations: Design and Optimization.	Kondratenko Y.P., Kozlov O.V., <u>Topalov A.M.</u> Fuzzy Controllers for Increasing Efficiency of the Floating Dock’s Operations: Design and Optimization. Book of CONTROL SYSTEMS: Theory and Applications. River Publisher.	0,6 др. арк. (розділ в закордонній колективній монографії, що

	Book of CONTROL SYSTEMS: Theory and Applications	Chapter 8. 2018. P. 197–232. (Закордонна колективна монографія, що входить до Scopus)	входить до Scopus)
10	Synthesis and Optimization of Fuzzy Control Systems for Floating Dock's Docking Operations. Book of Fuzzy Control Systems	Kondratenko Y.P., Kozlov O.V., Korobko O.V., <u>Topalov A.M.</u> Synthesis and Optimization of Fuzzy Control Systems for Floating Dock's Docking Operations. Book of Fuzzy Control Systems. Nova Science Publishers. Chapter 4. 2017. P. 141–213.	0,9 др. арк. (розділ в закордонній колективній монографії)

№ з/п	Назва публікації	Вихідні дані/реквізити публікації	Співавтори
II. Статті в журналах, включених до категорії "А" Переліку наукових фахових видань України та у закордонних виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus			
1.	A mobile application of a decision support system for ballasting a floating dock	Journal of Mobile Multimedia. 2024. Vol. 20, no. 3. P. 597–626. https://doi.org/10.13052/jmm1550-4646.2033	<u>Topalov, A.</u> , Kondratenko, Y., Shevchenko, A., Zaytsev, V., Kozlov, O., Zaytsev, D., Golikov, V.
2.	Development of method for frequency regulation of output current in high-voltage transformerless resonant chargers of capacitive energy storage devices	Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2024. Vol. 5, no. 127. P. 6–15. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.299031	Vinnychenko, D., Nazarova, N., <u>Vinnychenko, I.</u>
3.	Динамічна модель резонансного перетворювача для впливу зі сторони живлення	Технічна електродинаміка. 2024. № 2. С. 42-51. https://doi.org/10.15407/techned2024.02.042 .	Павлов, Г., Обрубов, А. і <u>Вінниченко, І.</u>
4.	Features of the construction a specialized computer remote parametric control system of a floating dock	2023 13th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT), Wrocław, Poland. 2023. P. 517-520. DOI: 10.1109/ACIT58437.2023.10275471.	<u>A. Topalov</u> , D. Zaytsev, V. Zaytsev, S. Robotko, V. Golikov, V. Lukashova
5.	Information system for calculating the shortest route for a mobile robot in a multilevel environment based on unity	ICTERI 2023: Information and Communication Technologies in Education, Research, and Industrial Applications. September 18-22, 2023, Ivano-Frankiv'sk. P. 1-12. https://icteri.org/icteri-2023/proceedings/preview/01000049.pdf	<u>Gerasin O.S.</u> , <u>Topalov A.M.</u> , Zaytsev V.V., Zaytsev D.V., Susak O. M., Savchenko O.V.

6.	Дослідження характеристик високовольтного безтрансформаторного резонансного зарядного пристрою ємнісного накопичувача.	Технічна електродинаміка, № 2. Лют 2023. С. 21-29. DOI: https://doi.org/10.15407/techned2023.02.021 .	Вінниченко, Д., Назарова Н., Вінниченко, І.
7.	Swarm optimization of fuzzy systems for mobile robots with remote control	Journal of Mobile Multimedia. Vol. 19, Is. 3. 2023. P. 839-876. https://doi.org/10.13052/jmm1550-4646.1939 https://journals.riverpublishers.com/index.php/JMM/article/view/14975	O. V. Kozlov, Yu. P. Kondratenko, O. S. Skakodub, <u>O. S. Gerasin</u> , <u>A. M. Topalov</u> .
8.	Bioremediation possibilities of oil-contaminated soil by biosurfactant based on bacillus Strain	Journal of Ecological Engineering. 2022. Vol. 23. Iss. 8. P. 49-55. https://doi.org/10.12911/22998993/150672	<u>Nedoroda V.</u> , Trokhymenko G., Magas. N.
9.	Improving the efficiency of an eddy current sensor measuring the thickness of a heat-resistant metal film of turbine blades during its deposition in vacuum	Visnyk NTUU KPI Serii – Radiotekhnika Radioaparaturbuduvannia. 2022. Iss. 88. P. 86 - 97. doi: 10.20535/RADAP.2022.88.86-97. https://radap.kpi.ua/radiotechnique/article/view/1781	W. Hui, N. Ben, S. Ryzhkov, <u>A. Topalov</u> , <u>O. Gerasin</u> , Y. Vyzhol
10.	A methodology and information system for computing and optimization of impellers and vanned diffusers geometry parameters	Applied Computer Systems. Vol.27, no.1. 2022, P.62-74. https://doi.org/10.2478/acss-2022-0007	Ben N., Ryzhkov S., <u>Topalov A.</u> , <u>Gerasin O.</u> , Yan X., Karpechenko A., Povorozniuk O.
11.	Efficiency improvement of a centrifugal compressor stage with the parametric optimization of the impeller blades	Journal of Applied Engineering Sciences. Vol.12, no.2. 2022. P.159-166. https://doi.org/10.2478/jaes-2022-0021	Ben, N., Ryzhkov, S., <u>Topalov, A.</u> , <u>Gerasin, O.</u> , Yan, G., Yan, Xiaolin, Aleksieieva, Anna
12.	Modeling a stage of a multistage centrifugal compressor: the blades' thickness effect of an impeller and a diffuser	ACTA TECHNICA NAPOCENSIS. Series: Applied Mathematics, Mechanics, and Engineering. Vol. 65, Issue IV. November, 2022. P. 531-540. https://atnamam.utcluj.ro/index.php/Acta/article/view/2011 ISSN 1221 – 5872	V. Golikov, <u>A. Topalov, O. Gerasin, A. Karpechenko</u> .
13.	Transformerless high-voltage resonant charging systems for	2022 IEEE 41st International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO), 2022. P. 727-731. DOI:	D. Vinnychenko, N. Nazarova,

	capacitive energy storage devices for electro-discharge technologies	10.1109/ELNANO54667.2022.9927052.	<u>I. Vinnychenko</u>
14.	Study of the effect of transformer windings coupling coefficient of flyback resonant converter for wireless energy transfer on its output characteristics	2022 IEEE 3rd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek). 2022. P. 1-6. DOI: 10.1109/KhPIWeek57572.2022.9916434.	G. Pavlov, <u>I. Vinnychenko</u> , N. Nazarova, D. Vinnychenko, A. Obrubov
15.	Determining the dynamic model of the charging resonant converter with inductive coupling by an experimental-analytical method	Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2022. Vol. 4, no. 8 (118). P. 17–28. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.263526 http://journals.uran.ua/eejet/article/view/263526	Pavlov, G., Obrubov, A., <u>Vinnichenko, I.</u>
16.	Optimizing the operation of charging self-generating resonant inverters	Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. February 25, 2022. Vol. 1, no. 5 (115). P. 23–34. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.252148 , https://ssrn.com/ABSTRACT=4068906	Pavlov, G. Obrubov, A. <u>Vinnichenko, I.</u>
17.	Analysis of petroleum biodegradation by a bacterial consortium of bacillus amyloliquefaciens ssp. plantarum and bacillus subtilis	Journal of Ecological Engineering. 2021. Vol. 22, iss. 11. P. 36–42. https://doi.org/10.12911/22998993/143017	<u>Nedoroda V.</u> , Trokhymenko G., Khrapko T., Koliehova A.
18.	Inspection mobile robot's control system with remote IoT-based data transmission	Journal of Mobile Multimedia. Special issue “Mobile Communication and Computing for Internet of Things and Industrial Automation”, Vol. 17, Is. 4. 2021. P. 499-526. https://journals.riverpublishers.com/index.php/JMM/article/view/5901	Kondratenko, Y., <u>Gerasin, O.</u> , Kozlov, O., <u>Topalov, A.</u> , Kilimanov, B.
19.	Design procedure of static characteristics of the resonant converters	IEEE 3rd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON), Lviv, Ukraine, 2021. P. 401-406. DOI: 10.1109/UKRCON53503.2021.9575698.	G. Pavlov, A. Obrubov, I. Vinnychenko
20.	Simulation of mobile robot clamping magnets by circle-field method	Technical Electrodynamics. No. 3. 2021. P. 58-64. https://www.techned.org.ua/index.php/techned/article/view/135	Cherno O.O., <u>Gerasin O.S.</u> , <u>Topalov A.M.</u> , Stakanov D.K., Hurov A.P., Vyzhol Yu.O.
21.	Electric arc spraying of cermet coatings of steel 65G-Tic system	Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. 2021. Vol. 2. P. 063-068. https://nvngu.in.ua/index.php/uk/arkhiv-zhurnalu/za-vipuskami/1864-2021/zmist-2-2021/5815-63	O. M. Dubovoy, A. A. Karpechenko, M. M. Bobrov, <u>O. S. Gerasin</u> , O. O. Lyamar
22.	Remote IoT-based	CEUR Workshop Proceedings of 16th	<u>Gerasin, O.S.</u> ,

	control system of the mobile caterpillar robot	International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. Kharkiv, Ukraine, 2020. Vol. 2740, P. 129-136. http://ceur-ws.org/Vol-2740/20200129.pdf	<u>Topalov, A.M.</u> , Taranov, M.O., Kozlov, O.V., Kondratenko, Y.P.,
23.	Information system for automatic planning of liquid ballast distribution	Proceedings of the 2nd International Workshop on Information-Communication Technologies & Embedded Systems (ICTES 2020), Mykolaiv, Ukraine (online), November 12, 2020. Edited by Yuriy Kondratenko, Vladik Kreinovich, Dan Simon, Yaroslav Krainyk, CEUR Workshop Proceedings, Vol-2762. P. 191-200. http://ceur-ws.org/Vol-2762/paper13.pdf	<u>A. Topalov</u> , G. Kondratenko, <u>O. Gerasin</u> , O. Kozlov, O. Zivenko
24.	Energy parameters of the serial-to-serial resonant converter with pulse-number control for wireless power transfer	IEEE 4th International Conference on Intelligent Energy and Power Systems (IEPS), Istanbul, Turkey. 2020. P. 296-300. DOI: 10.1109/IEPS51250.2020.9263195.	G. Pavlov, M. Pokrovskiy, <u>I. Vinnichenko</u> , D. Vinnichenko, I. Zhuk,
25.	Simulation of the initial stability of the floating dock for the list and trim stabilization tasks	Problemele energeticii regionale. Vol. 1-2, no. 41. 2019. P. 12-24. https://journal.ie.asm.md/assets/files/02_12_41_2019.pdf	Kondratenko Y. P., <u>Topalov A.</u> <u>M. Kozlov O.</u> V.
26.	Neuroevolutionary approach to control of complex multicoordinate interrelated plants	International Journal of Computing. 2019. № 18(4). P. 502-514. DOI: 10.47839/ijc.18.4.1620.	Kondratenko Y., Kozlov O., <u>Gerasin O.</u>
27.	Neural controller for mobile multipurpose caterpillar robot	Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS): Proceedings of the 10 th IEEE International Conference, Metz, France, Vol. 1. 2019. P. 222-227. DOI: 10.1109/IDAACS.2019.8924321.	<u>Gerasin O.S.</u> , Kozlov O.V., Kondratenko G.V., Rudolph J., Kondratenko Y.P.
28.	Electromagnetic processes in serial-to-parallel resonant converter for contactless charging of electric vehicle battery	IEEE 39th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO), Kyiv, Ukraine. 2019. P. 668-673. DOI: 10.1109/ELNANO.2019.8783649	G. Pavlov, <u>I. Vinnichenko</u> , M. Pokrovskiy, N. Tarabanov,
29.	Models of magnetic driver interaction with ferromagnetic surface and geometric data computing for clamping force localization patches	Data Stream Mining & Processing (DSMP): Proc. of the IEEE Second Int. Conf. Lviv, Ukraine. 2018. P. 44-49. DOI: 10.1109/DSMP.2018.8478623.	<u>Gerasin O.</u> , Zaporozhets Y., Kondratenko Y.
30.	Modeling of clamping magnets interaction with ferromagnetic	International Journal of Computing. 2018. Vol. 17, no. 1. P. 33-46. DOI:10.47839/ijc.17.1.947	Kondratenko Y., Zaporozhets Y., Rudolph J.,

	surface for wheel mobile robots		<u>Gerasin O.</u> , <u>Topalov A.</u> , Kozlov O.
31.	Computerized intelligent system for remote diagnostics of level sensors in the floating dock ballast complexes	Proceedings of the 14th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. Kyiv, Ukraine. May 14-17, 2018. P. 94-108. https://ceur-ws.org/Vol-2105/10000094.pdf	<u>Topalov, A.M.</u> , Kondratenko, Y.P., Kozlov, O.V
32.	Dependable robot's slip displacement sensors based on capacitive registration elements	Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT'2018): Proceedings of the 9 th IEEE Int. Conf. Kyiv, Ukraine. 24-27 May, 2018. P. 378–383. DOI: 10.1109/DESSERT.2018.8409159.	<u>Gerasin O.</u> , Kondratenko Y., <u>Topalov A.</u>
33.	Stabilization and control of the floating dock's list and trim: algorithmic solution	Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET). Proceedings of 14th International Conference. Lviv-Slavske, Ukraine. 2018. P. 1217–1222. DOI: 10.1109/TCSET.2018.8336414.	<u>Topalov A.</u> , Kozlov O., <u>Gerasin O.</u> , Kondratenko G., Kondratenko Y.
34.	Load characteristics of the serial-to-serial resonant converter with pulse-number regulation for contactless inductive energy transfer	IEEE 3rd International Conference on Intelligent Energy and Power Systems (IEPS). Kharkiv, Ukraine. 2018. P. 133-138. DOI: 10.1109/IEPS.2018.8559590	G. Pavlov, M. Pokrovskiy, <u>I. Vinnichenko</u>
35.	Features of clamping electromagnets using in wheel mobile robots and modeling of their interaction with ferromagnetic plate	Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS): Proceedings of the 9th IEEE International Conference. Bucharest, Romania. 2017. Vol. 1. P. 453–458. DOI: 10.1109/IDAACS.2017.8095122.	Kondratenko Y. P., Zaporozhets Y. M., Rudolph J., <u>Gerasin O.</u> <u>S.</u> , <u>Topalov A.</u> <u>M.</u> , Kozlov O. V.
36.	Advanced approaches to reduce number of actors in a magnetically-operated wheel-mover of a mobile robot	Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH): Proceedings of the 2017 13th International Conference (Polyana, Ukraine, April 20–23, 2017). Polyana. 2017. P. 96–100. DOI: 10.1109/MEMSTECH.2017.7937542.	Taranov M., Rudolph J., Wolf C., Kondratenko Y., <u>Gerasin O.</u>
37.	Internet of things approach for automation of the complex industrial systems	Proceedings of the 13th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. Kyiv, Ukraine. May 15-18, 2017). P. 3-18. https://ceur-ws.org/Vol-1844/10000003.pdf	Kondratenko Y.P., Kozlov O.V., Korobko O.V., <u>Topalov A.M.</u>
38.	Нейро-нечіткі спостерігачі для ідентифікації притискного зусилля магнітокеруваних рушіїв мобільних роботів	Технічна електродинаміка. 2017. № 5. С. 53–61. DOI: https://doi.org/10.15407/techned2017.05.053 .	Кондратенко Ю. П., Рудольф Й., Козлов О. В., Запорожець Ю. М., <u>Герасін О. С.</u>
39.	Computerized system	CEUR Workshop Proceedings. Vol. 1844. 2017.	Kondratenko

	for remote level control with discrete self-testing	P. 608-619. https://ceur-ws.org/Vol-1844/10000608.pdf	Y.P., Kozlov O.V., <u>Topalov A.M.</u> , <u>Gerasin O.S.</u>
III. Статті у наукових виданнях, включених до категорії "Б" Переліку наукових фахових видань України			
1.	Development of the control system for LEGO Mindstorms EV3 mobile robot based on MATLAB/Simulink elements.	Technology audit and production reserves. Vol. 1, no. 2(69). 2023. Information and control systems, P. 30-35. DOI: https://doi.org/10.15587/2706-5448.2023.274846	Ch. Dong, O. Povorozniuk, <u>A. Topalov</u> , K. Wang, Zh. Chen
2.	Features of human-machine interaction in the system of wireless control of a mobile robot	Міжвузівський збірник «НАУКОВИ НОТАТКИ». Луцьк. 2023. № 76. С. 166-172. DOI: 10.36910/775.24153966.2023.76.23,.	Ch. Dong, J. Wang, S.P. Robotko, O.M. Susak, A.M. <u>Topalov, V.V.</u> Kolomiets
3.	Cloud-based GPS signal processing of the drone using Raspberry Pi and Pixhawk 6c flight controller	Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки. Том 34 (73), № 6. 2023. С. 163 – 168. https://doi.org/10.32782/2663-5941/2023.6/24	Yue Zheng, Robotko S.P., Chenjian Dong, Jianjun Wang, Ravliuk V.V., <u>Topalov A.M.</u>
4.	Аналіз деструктивного потенціалу мікроорганізмів роду Bacillus у комбінації з фульвокислотами для ризодеградації нафтових вуглеводнів	Екологічні науки: науково-практичний журнал. 2023. № 1(46). С. 85-91. https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.1-46.15	Трохименко Г. Г., <u>Недорода В. М.</u>
5.	Технологічні етапи біоремедіації забруднених нафтопродуктами ґрунтів на основі мікроорганізмів роду Bacillus	Збірник наукових праць НУК. 2023. № 2-3. С. 167-177. https://doi.org/10.15589/znp2023.2-3(491-492).20	Г. Г. Трохименко, <u>В. М. Недорода</u>
6.	Software analysis for mobile robots control programs	Management of Development of Complex Systems. Vol. 53. 2023. P. 111–119, dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2023.53.111-119 .	J. Wang, Ch. Dong, K. Wang, Zh. Chen, R. Xie, W. Zhu, <u>A. Topalov</u> , O. Povorozniuk
7.	Моделювання плоских термоелектричних модулів з різною геометричною формою напівпровідникового	Electronic Modeling. 2022. V. 44. № 5. С. 102-113. DOI: 10.15407/emodel.44.05.102	O.C. Поворознюк, <u>A.M. Топалов</u>

	матеріалу		
8.	A microprocessor system for monitoring the energy consumption of mobile robot servo motors.	Електромеханічні і енергозберігаючі системи. Випуск № 3–4/2022 (59). С. 70-80. https://ees.kdu.edu.ua/statti/2022_03-04_70.pdf	Wang, J., Dong, C., Wang, K., Chen, Z., Xie, R., Zhu, W., Susak, O., Povorozniuk, O., <u>Topalov, A.</u>
9.	Analysis of tasks of monitoring and automatic control of agricultural mobile robot	Management of Development of Complex Systems. Vol. 47. 2021. P. 174–179. dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2021.47.174-179	Na L., <u>Gerasin O.</u> , <u>Topalov A.</u> , Karpechenko A.
10.	Research of the processes in resonant flyback converter for contactless battery charging	Shipbuilding and Marine Infrastructure. No. 1(15). 2021. P. 36-44. DOI: https://doi.org/10.15589/smi2021.1(15).3	Pavlov H., <u>Vinnychenko I.</u> , Vinnychenko D.
11.	Математичне моделювання багатоцільового гусеничного мобільного робота вертикального переміщення	Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки. Том 30 (69), Ч. 1, № 3, 2019. С. 70-79. https://rep.nuos.edu.ua/server/api/core/bitstreams/e1ad25d0-b85a-456a-a353-0dc7dda992cd/content	<u>Герасін О.С.</u> , Козлов О.В., Кондратенко Ю.П., Скакодуб О.С.
12.	Синтез і дослідження математичної моделі плаваючого доку для задач автоматичного керування	Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки, Інформатика, обчислювальна техніка та автоматизація. Том 30(69), Ч. 1, № 1. 2019. С. 134 – 142. https://tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2019/1_2019/part_1/25.pdf	<u>Топалов А.М.</u> , Кондратенко Ю.П., Козлов О.В.
13.	Оптимізація бази правил нечіткого регулятора системи автоматичного керування осадкою плаваючого доку.	Електротехнічні та комп'ютерні системи. Одеса: ОНПУ, 2019. № 30 (106). С. 169-177.	Кондратенко Ю.П., Козлов О.В., <u>Топалов А.М.</u>
14.	Automation of the monitoring and control processes of a mobile robot for processing of large inclined surfaces	International Journal “Shipbuilding & Marine Infrastructure”. 2018. № 1 (9). P. 59–66. https://rep.nuos.edu.ua/server/api/core/bitstreams/5d37b4a7-52ad-4e2d-b727-e42138248f76/content	Kozlov O. V., <u>Gerasin O. S.</u> , Kondratenko Y. P., Kushnir V. O.
15.	Modeling of an automatic control system for a multipurpose mobile robot's spatial motion	Modeling of an automatic control system for a multipurpose mobile robot's spatial motion. Електротехнічні та комп'ютерні системи. 2018. № 28 (104). С. 248–256. https://eltecs.op.edu.ua/index.php/journal/article/view/167	Kozlov O. V., Kondratenko G. V., <u>Gerasin O. S.</u> , Mingxin H.
16.	Synthesis and study of the mathematical model of a caterpillar mobile robot for vertical movement	Проблеми інформаційних технологій. 2018. № 1 (23). С. 87–97. https://eir.nuos.edu.ua/items/a9d33178-d399-4f36-90ce-e5a54826bcd9	Gerasin O. S., Kozlov O. V., Kondratenko G. V., Mingxin H.

17.	Комп'ютеризована система для дистанційної діагностики датчиків рівня баластного комплексу плавучого доку	Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки, Інформатика, обчислювальна техніка та автоматизація. Том 29 (68) Ч. 2 № 4, 2018. С. 19 – 25. https://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2018/4_2018/part_2/6.pdf	<u>Топалов А.М.</u> , Кондратенко Ю.П., Козлов О.В.
18.	Complex of tasks of monitoring and automatic control of mobile robots for vertical movement	International Journal “Shipbuilding & Marine Infrastructure”. 2017. № 2(8). P. 77–87. https://eir.nuos.edu.ua/items/a2d4f4f7-f54f-4683-8cca-6cc9cef31ab4	Kozlov O. V., <u>Gerasin O. S.</u> , Kondratenko G. V.
IV. Виключно одноосібні статті в інших (ніж зазначені у пунктах III і IV) галузевих виданнях за темою роботи			
1.	-	-	-
V. Тези доповідей (одноосібні)			
1.	Автономний робот для відбору та аналізу проб води.	Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції. Сучасні проблеми автоматики та електротехніки. 25 квітня 2024 р., С. 19. https://www.researchgate.net/publication/380270420_Vseukrainska_naukovo-tehnicna_konferencia_Sucasni_problemi_avtomatiki_ta_elektrotehniky_SPAE-2024	<u>Топалов А.М.</u>
2.	Основні операції та роботизовані засоби відновлення пошкоджених поверхонь суден та портових об'єктів.	Світ наукових досліджень. Випуск 29: матеріали Міжнародної мультидисциплінарної наукової інтернет-конференції. Тернопіль, Україна, Ополь, Польща, 23-24 квітня 2024 р. С. 242-244. https://www.economy-confer.com.ua/full-article/5509/	<u>Герасін О.С.</u>
3.	Комп'ютерна система екологічного моніторингу водного середовища акваторії на базі технологій SCADA та IoT	Світ наукових досліджень. Випуск 29: матеріали Міжнародної мультидисциплінарної наукової інтернет-конференції. м. Тернопіль, Україна, м. Ополь, Польща. 23-24 квітня 2024 р., С. 260-262. https://www.economy-confer.com.ua/full-article/5521/	<u>Топалов А.</u>
4.	Біоремедіація нафтовмісних забруднень акваторіальних територій припортових зон.	Світ наукових досліджень. Випуск 29: матеріали Міжнародної мультидисциплінарної наукової інтернет-конференції. м. Тернопіль, Україна, м. Ополь, Польща. 23-24 квітня 2024 р. С. 228-231. https://www.economy-confer.com.ua/full-article/5516/	<u>Недорода В.М.</u>
5.	<u>Аналіз мікроелектронних цифрових пристроїв збору обробки і передачі даних в робототехнічних системах.</u>	<u>Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів «Інформаційні технології в освіті, техніці та промисловості» 13 жовтня Івано-Франківськ, С. – 117-119, 2022.</u>	<u>Топалов. А.М.</u>
VI. Патенти України або інших країн на винахід, щодо яких претенденти є авторами/співавторами або власниками/співвласниками (з чинним за строком дії, відповідно			

до законодавства України)				
1	-	-	-	
VII. Патенти на корисну модель України, промисловий зразок (для соціо-гуманітарних наук свідоцтв про реєстрацію авторського права на твір) чи інших отриманих охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності, щодо яких претенденти є авторами/співавторами або власниками/співвласниками (з чинним за строком дії)				
1	Інформаційно-розрахунковий комплекс проектування відцентрового компресора	Патент України на корисну модель № 150412. № и 202104173; заявл. 16.07.2021; опубл. 16.02.2022, Бюл. № 7. 10 с.	С.С. Рижков; Б. Ненгджун; Я. Сяолін; <u>А.М. Топалов;</u> <u>О.С. Герасін;</u> О.В. Козлов.	
2	Спосіб термогазодинамічного розрахунку відцентрового компресора	Патент України на корисну модель № 150323. № и202101983; заявл. 15.04.2021; опубл. 02.02.2022, Бюл. № 5. 11 с.	С.С. Рижков; Б. Ненгджун; Я. Сяолін; <u>А.М. Топалов;</u> <u>О.С. Герасін.</u>	
3	Спосіб наплення композиційного електродугового покриття	Патент України на корисну модель № 148607. № и 2021 02010; заявл. 16.04.2021; опубл. 25.08.2021, Бюл. № 34.	Карпеченко А.А., Бобров М.М., <u>Герасін О.С.</u> , Галинкін Ю.М., Слободян С.О., Михайлов М.С., Лабарткава О.В.	
Кількість вітчизняних наукових проєктів та грантів, за якими працював претендент			як науковий керівник	як виконавець
к.т.н., доцент Вінниченко І.Л.			-	4
к.т.н., доцент Герасін О.С.			1	2
к.т.н., доцент Топалов А.М.			-	3
доктор філософії Недорода В.М.			-	1
Кількість закордонних наукових проєктів та грантів, за якими працював претендент				
к.т.н., доцент Вінниченко І.Л.			-	1
к.т.н., доцент Герасін О.С.			-	2
к.т.н., доцент Топалов А.М.			-	2
доктор філософії Недорода В.М.			-	-

Кількість публікацій – 75: 1 монографія, 6 розділів в колективних закордонних монографіях (з них 2 – одноосібні), 3 розділи в колективних монографіях, опублікованих в Україні, 39 статей у фахових виданнях категорії "А" та виданнях, включених до наукометричних баз Scopus та/або Web of Science, 18 статей у фахових виданнях категорії "Б", 5 одноосібних тез доповідей, 3 патенти України на корисну модель.