

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U000790

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 02-04-2026

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Демчик Владислав Іванович Іванович

2. Vladyslav Demchuk

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-7663-9332

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 122

Назва наукової спеціальності: Комп'ютерні науки

Галузь / галузі знань: інформаційні технології

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Комп'ютерні науки

Дата захисту:

Спеціальність за освітою: Міжнародні економічні відносини

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 12506

Повне найменування юридичної особи: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Код за ЄДРПОУ: 05408102

Місцезнаходження: вул. Руська, Тернопіль, Тернопільський р-н., 46001, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Код за ЄДРПОУ: 05408102

Місцезнаходження: вул. Руська, Тернопіль, Тернопільський р-н., 46001, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 20.54.06

Тема дисертації:

1. Методи машинного навчання для моделювання функціональних властивостей та довговічності сплавів
2. Machine learning methods for modeling of functional properties and lifetime of alloys

Реферат:

1. Стрімкий розвиток інформаційних технологій спричинив експоненційне зростання даних, що потребують сучасних методів аналізу. Експериментальні дослідження у механіці деформівного твердого тіла, фізиці та матеріалознавстві є фінансово затратними й тривалими, тому використання машинного навчання на основі масивів даних постає ефективною альтернативою. Особливий інтерес становлять сплави з пам'яттю форми (СПФ), які поєднують ефект пам'яті та псевдопружність, зумовлені аустенітно-мартенситним перетворенням. Їхні функціональні властивості — відновлення, псевдопружність, демпфування — широко застосовують у промисловості, медицині та побуті. СПФ характеризуються фазовими перетвореннями, термічним гістерезисом, високою міцністю (NiTi понад 1200 МПа), корозійною стійкістю, біосумісністю та специфічною втомною поведінкою. Аналіз сучасних робіт показав, що прогнозування функціональних характеристик і довговічності СПФ недостатньо досліджене, що визначає актуальність застосування

алгоритмів машинного навчання з учителем. У першому розділі дисертації розглянуто властивості СПФ та їхні застосування. У другому – методику прогнозування функціональних характеристик із використанням Orange, попередньої обробки даних (нормалізація у [0,1]) та аугментації (кубічні сплайни, інтерполяція Акіма, makima). Побудовано блок-схему прогнозування та описано методи kNN, SVM, Random Forest, Gradient Boosting, AdaBoost, нейронні мережі. У третьому розділі змодельовано регресійні залежності залишкових деформацій та розсіяної енергії для зразків. Найкращі результати показали kNN, AdaBoost, Gradient Boosting і Random Forest. Для NiTi СПФ змодельовано розмах енергії, напружень та деформацій, проведено крос-валідацію, отримано похибки та коефіцієнти детермінації. Найточнішим виявився метод kNN.

Запропоновано модель прогнозування втомної довговічності титанових сплавів на основі багатошарового перцептрона. Вона точно відтворює довжину втомної тріщини (помилка $\leq 0,4\%$), адаптується до різних умов навантаження та не схильна до перенавчання. Це дозволяє оцінювати залишковий ресурс матеріалу й приймати рішення щодо експлуатації. Побудовано математичну модель опису петель гістерезису методом найменших квадратів, яка добре узгоджується з експериментальними даними. Додатково змодельовано розсіану енергію NiTi СПФ з урахуванням частоти циклу навантаження (0,1–10 Гц). Для збільшення набору даних застосовано інтерполяцію makima. Серед методів найкраще себе показали ансамблеві AdaBoost (MAPE = 0,074) та Random Forest (MAPE = 0,144), тоді як Gradient Boosting і Neural Network мали більші похибки. Таким чином, використання машинного навчання з учителем для моделювання властивостей СПФ забезпечує високу точність прогнозування, дозволяє поєднувати традиційні моделі механіки руйнування з інтелектуальними алгоритмами та зменшує залежність від експериментальних даних. Це відкриває перспективи для ефективного аналізу й практичного застосування СПФ у різних галузях.

2. The rapid development of information technology has led to exponential growth in data, requiring modern methods of analysis. Experimental studies in the mechanics of deformable solids, physics, and materials science are expensive and time-consuming, so the use of machine learning based on datasets appears to be an effective alternative. Of particular interest are shape memory alloys (SMAs), which combine the memory effect and superelasticity, caused by the austenitic-martensitic transformation. Their functional properties – recovery, superelasticity, damping – are widely used in industry, medicine, and everyday life. SMAs are characterized by phase transformations, thermal hysteresis, high strength (NiTi over 1200 MPa), corrosion resistance, biocompatibility, and specific fatigue behavior. Analysis of modern works showed that the prediction of functional characteristics and durability of SMAs is not sufficiently studied, underscoring the relevance of supervised machine learning algorithms. In the first section of the dissertation, the properties of SMAs and their applications are considered. In the second section, the methodology for predicting functional characteristics using Orange, data preprocessing (normalization in [0,1]) and augmentation (cubic splines, Akima interpolation, makima). A prediction flowchart is constructed, and the methods kNN, SVM, Random Forest, Gradient Boosting, AdaBoost, and neural networks are described. In the third section, the regression dependences of residual strains and dissipated energy for samples are modeled. The best results were shown by kNN, AdaBoost, Gradient Boosting, and Random Forest. For NiTi SMAs, the range of energy, stresses, and strains was modeled, cross-validation was performed, errors and coefficients of determination were obtained. The kNN method turned out to be the most accurate. A model for predicting the fatigue life of titanium alloys based on a multilayer perceptron is proposed. It accurately reproduces fatigue-crack length (error $\leq 0.4\%$), adapts to different loading conditions, and is not prone to overfitting. This allows estimating the residual resource of the material and making operational decisions. A mathematical model for describing hysteresis loops using the least-squares method was constructed and agrees well with the experimental data. Additionally, the dissipated energy of NiTi SMA was modeled, accounting for the loading cycle frequency (0.1–10 Hz). Makima interpolation was used to expand the dataset. Among the methods, the ensemble AdaBoost (MAPE = 0.074) and Random Forest (MAPE = 0.144) performed best, while Gradient Boosting and Neural Network had larger errors. Thus, the use of supervised machine learning to model the properties of SMAs provides high prediction accuracy, enables the combination of traditional fracture mechanics models with intelligent algorithms, and reduces dependence on experimental data. This opens the door to effective analysis and practical application of SMAs across various industries.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Інформаційні та комунікаційні технології

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Розвиток сучасних інформаційних, комунікаційних технологій, робототехніки

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Yasniy O., Demchyk V., Lutsyk N2. Modelling of functional properties of shape-memory alloys by machine learning methods. Scientific Journal of the Ternopil National Technical University, Vol. 108, 2022, P. 74-78
- Ясній О., Демчик В. Сплави з пам'яттю форми і машинне навчання: огляд. Measuring and computing devices in technological processes, Vol. 82, 2025, P. 13-17.
- Demchyk V., Yasniy O. Modelling of functional properties of shape memory alloy by machine learning methods. Scientific Journal of the Ternopil National Technical University, Vol. 119, No. 3, 2025, P. 56-62.
- Hutsaylyuk V., Demchyk V.2, Yasniy O.3, Lutsyk N.4, Fiialka A³. The modelling of NiTi shape memory alloy functional properties by machine learning methods, Applied Computer Science, Vol. 21, No. 4, 2025, P. 127-135.

Наукова (науково-технічна) продукція: методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість: підвищення продуктивності праці

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: Науково-дослідна тема "Моделювання функціональних і конструкційних властивостей сплавів з пам'яттю форми методами машинного навчання" (реєстраційний № 01220001858)

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Ясній Олег Петрович
2. Oleh Yasnii

Кваліфікація: д. т. н., професор, 01.02.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-9820-9093

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Код за ЄДРПОУ: 05408102

Місцезнаходження: вул. Руська, Тернопіль, Тернопільський р-н., 46001, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Грицюк Юрій Іванович
2. Yurii Hrytsiuk

Кваліфікація: д. т. н., професор, 01.05.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-8183-3466

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Водка Олексій Тетяна Олександрович
2. Oleksii Vodka

Кваліфікація: к. т. н., 05.02.09

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4462-9869

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Коноваленко Ігор Володимирович
2. Ihor Konovalenko

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.11.13

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2529-9980

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Код за ЄДРПОУ: 05408102

Місцезнаходження: вул. Руська, Тернопіль, Тернопільський р-н., 46001, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Федак Сергій Ігнатович

2. Serhii Fedak

Кваліфікація: к. т. н., доц., 01.02.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-3654-9161

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Код за ЄДРПОУ: 05408102

Місцезнаходження: вул. Руська, Тернопіль, Тернопільський р-н., 46001, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Пастух Олег Анатолійович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Пастух Олег Анатолійович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Мартиняк Ірина Олександрівна

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна