

MINISTRY OF EDUCATION OF THE REPUBLIC OF BELARUS
BELARUSIAN STATE UNIVERSITY
FACULTY OF MECHANICS AND MATHEMATICS
Department of Theoretical and Applied Mechanics

PALIAHOSKA
Aliaksandr Aliakseyavich

Annotation for the graduation thesis

DEVELOPMENT OF DIGITAL TWINS OF MECHANICAL SYSTEMS

Academic Supervisor:
Professor
M.A. Zhuravkov

Minsk, 2025

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа, 40 стр., 17 источников.

Ключевые слова: РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА, ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ НАСОС, ВАЛИДАЦИЯ МОДЕЛИ, ПРЕДИКТИВНАЯ МОДЕЛЬ, МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ.

Объект исследования:

Цифровой двойник трёхплунжерного гидронасоса. Изменение выходных данных рассматриваемой модели (давление, объёмный расход жидкости) при различных конфигурациях неисправностей.

Цель исследования:

Вывод закономерностей между неисправностями модели и выходными данными для последующего использования их в алгоритме обучения предиктивной модели. Внедрение предиктивной модели в цифровой двойник для предсказания неисправностей в работе насоса.

Методы исследования:

Исследование и анализ литературы, оценка параметров модели, вывод закономерностей и внедрение их в алгоритм машинного обучения для создания предиктивной модели.

Полученные результаты и их новизна:

Создан цифровой двойник, предсказывающий неисправности в работе насоса.

Область возможного применения: инженерные, производственные области.

Автор работы подтверждает, что приведенный в ней расчетно-аналитический материал правильно и объективно отражает состояние исследуемого процесса, а все заимствованные из литературных и других источников теоретические, методологические и методические положения и концепции сопровождаются ссылками на их авторов.

АНАТАЦЫЯ

Дыпломная праца, 40 с., 17 крыніц.

Ключавыя словы: РАСПРАЦОЎКА ЛІЧБАВОГА ДВАЙНІКА, ГІДРАЎЛІЧНАЯ ПОМПА, ВАЛІДАЦЫЯ МАДЭЛІ, ПРЭДЫКТЫЎНАЯ МАДЭЛЬ, МАШЫННАЕ НАВУЧАННЕ

Мэта дыпломнай працы:

аналіз сучасных метадаў распрацоўкі экзашкілетаў з элементамі зменнай жорсткасці;

распрацоўка алгарытмаў адаптыўнага змянення жорсткасці элементаў канструкцыі;

мадэляванне паводзін экзашкілета ў праграмным комплексе ANSYS.

Асноўныя вынікі працы:

праведзены агляд гісторыі развіцця экзашкілетаў і сучасных падыходаў да іх праектавання;

распрацаваны мадэлі канструкцый рознай складанасці, уключаючы блізкія да анатоміі чалавечай рукі;

рэалізаваны алгарытмы аўтаматычнага змянення жорсткасці на аснове зададзеных крытэрыяў (перамяшчэнне вузлоў, вугал павароту);

выкананы разлікі для розных тыпаў нагрузак (вертыкальная, расцягвальная, круцільны момант);

прааналізаваны вынікі мадэлявання, якія пацвярджаюць эфектыўнасць прапанаваных рашэнняў.

Практычная значнасць працы:

Вынікі даследавання могуць быць выкарыстаны пры праектаванні адаптыўных экзашкілетаў для медыцыны, прамысловасці і іншых галін. Распрацаваныя алгарытмы дазваляюць аптымізаваць жорсткасць канструкцыі ў рэжыме рэальнага часу, павышаючы бяспеку і камфорт карыстальніка.

Дыпломная праца мае прыкладную накіраванасць і можа служыць асновай для далейшых даследаванняў у галіне робататэхнікі і біямеханікі.

ANNOTATION

The thesis contains: 40 pages, 17 sources used.

KEYWORDS: DIGITAL TWIN DEVELOPMENT, HYDRAULIC PUMP, MODEL VALIDATION, PREDICTIVE MODEL, MACHINE LEARNING.

The object of the research:

Digital twin of a three-plunger hydraulic pump.

Variation of the output data of the model under consideration (pressure, volumetric fluid flow rate) under different fault configurations.

The purpose of the research:

Deriving patterns between model faults and output data for later use in the predictive model training algorithm. Implementing the predictive model in a digital twin to predict pump faults.

Methods of research:

Literature research and analysis, estimating model parameters, deriving patterns and implementing them into a machine learning algorithm to create a predictive model.

The results of the work and their novelty: A digital twin that predicts pump malfunctions has been created.

Recommendations on usage: engineering, manufacturing fields.

The author of the work confirms that computational and analytical material presented in it correctly and objectively reproduces the picture of investigated process, and all the theoretical, methodological and methodical positions and concepts borrowed from literary and other sources are given references to their authors.