


БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет информационных технологий и робототехники  
Кафедра «Программное обеспечение информационных систем и технологий»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой


  
(подпись) Ю.В. Полозков  
(инициалы и фамилия)  
« 05 » « 06 » 2021 г.

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

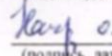
«Конечно-элементная модель рамы мобильного робота»

Специальность 1-40 05 01 «Информационные системы и технологии(по направлениям)»  
Направление специальности 1-40 05 01-01 «Информационные системы и технологии (в проектировании и производстве)»

Обучающийся  
группы 10702317

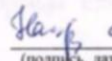
  
(подпись, дата) 20.05.21 А.А.Джаббур

Руководитель

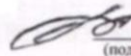
  
(подпись, дата) 02.06.21 В.В. Напрасников

Консультанты:


по компьютерному проектированию

  
(подпись, дата) 02.06.21 В.В. Напрасников


по разделу «Охрана труда»

  
(подпись, дата) 26.05.2021 Н.М. Журавков

по разделу «Экономика»

  
(подпись, дата) 24.05.21 Л.В. Бутор

Ответственный за нормоконтроль

  
(подпись, дата) 28.05.21 Е.А. Шваякова

Объем проекта:

расчетно-пояснительная записка – 49 страниц;

графическая часть – 4 листов;

магнитные (цифровые) носители – 1 единиц.

Минск 2021

## РЕФЕРАТ

### КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНАЯ МОДЕЛЬ РАМЫ МОБИЛЬНОГО РОБОТА

Объектом разработки является трёхмерная модель рамы мобильного робота.

Цель проекта - спроектировать модель рамы мобильного робота и оптимизировать полученные при расчётах данные для нахождения самого оптимального варианта по массе.

В ходе дипломного проектирования был проведен обзор систем автоматизированного проектирования, а также собрана полная трёхмерная геометрическая модель рамы мобильного робота, проведена оптимизация результатов.

Результатом дипломного проектирования является разработанная модель с минимальным показателем массы, относительно первоначальной рамы.

Возможно применение в составе рабочих мест конструкторов, осуществляющих автоматизированное проектирование рам мобильных роботов.

Студент-дипломник подтверждает, что приведенный в дипломном проекте расчетно-аналитический материал объективно отражает состояние разрабатываемого объекта, все заимствованные из литературных и других источников теоретические и методологические положения и концепции сопровождаются ссылками на их авторов.

Дипломный проект: 79 с., 69 рис., 12 табл., 35 источников.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Метод конечных элементов [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://ansoft-maxwell.narod.ru/maxwell/FiniteElementAnalysis.htm>, свободный. - Загл. с экрана.
- 2 Система автоматизированного проектирования Pro/Engineer [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.russianengineering.narod.ru/engineering/proengineer.htm>, свободный. - Загл. с экрана.
- 3 Pro/Engineer [Электронный ресурс] - Режим доступа: [http://rucadcam.ru/publ/pro\\_engineer/proengineer/7-1-0-14](http://rucadcam.ru/publ/pro_engineer/proengineer/7-1-0-14), свободный. - Загл. с экрана.
- 4 FlexPDE. Общие сведения о системе [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.1024.ru/science/flexpde/flexpde.html>, свободный. - Загл. с экрана.
- 5 ANSYS. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/ANSYS>, свободный. - Загл. с экрана.
- 6 Обзор оптимизационных возможностей программы ANSYS. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.procae.ru/articles/ansys-multiphysics-/108-ansys-opt.html>, свободный. - Загл. с экрана.
- 7 Семенкин Е.С. и др. Эволюционные методы моделирования и оптимизации сложных систем. - Конспект лекций. - Красноярск: СФУ, 2007. - 310с.
- 8 Multiobjective Optimization and Control. / Liu G.P. [etc] // Research Studies Press Ltd., 2003. 330 p.
- 9 Зеленков Ю. А. Метод многокритериальной оптимизации на основе приближенных моделей исследуемого объекта // Вычислительные методы и программирование. 2010. Т. 11, № 2. С. 92-102.
- 10 Fonseca, C. M. and Fleming, P. J. (1993) Genetic algorithms for multi-objective optimization: Formulation, discussion and generalization. In Forrest, S., editor, Proceedings of the Fifth International Conference on Genetic Algorithms, pages 416-423, Morgan Kaufman, San Mateo, California.
- 11 Fonseca, C. M. and Fleming, P. J. (1998) Multiobjective optimization and multiple constraint handling with evolutionary algorithms-Part II: Application example. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Part A: Systems and Humans. 38-47.
- 12 Deb, K. (1999) Multi-objective genetic algorithms: Problem difficulties and construction of test Functions. Evolutionary Computation, 7(3), 205-230
- 13 Deb, K. A Fast Elitist Non-dominated Sorting Genetic Algorithm for Multi-objective Optimisation: NSGA-II. PPSN VI Proceedings of the 6th International Conference on Parallel Problem Solving from Nature, pp 849-858, Springer-Verlag London, UK, 2000. ISBN:3-540-41056-2
- 14 A.Konak, D.W. Coit. A.E. Smith. Multi-objective optimization using genetic algorithms: A tutorial. Reliability Engineering and System Safety 91 (2006) 992-1007.
- 15 Гожий А.П. Многокритериальные эволюционные методы и алгоритмы в задачах принятия решений сценарного планирования. // Системные технологии. 2 (79) 2012. С.20 -

28.

- 16 [Ansys.com](http://Ansys.com) - Официальный сайт компании ANSYS.
- 17 [Brochure\\_optiS\\_Langinside\\_ANSYS\\_Workbench](#)
- 18 ANSYS Help, Design Exploration User Guide.
- 19 Shapour Azar, Brian J. Reynolds, Sanjay Narayanan. Comparison of two multiobjective optimization techniques with and without genetic algorithms / 1999 ASME Design Engineering Technical Conferences.
- 20 A. Kurpati, S. Azarm and J.Wu. Constraint handling improvements for multiobjective genetic algorithms. Struct Multidisc Optim 23, 204-213 / Springer-Verlag 2002.
- 21 Wierzbicki AP A Quadratic Approximation Method Based on Augmented Lagrangian Functions for Nonconvex Nonlinear Programming Problems. IIASA Working Paper WP-78-061. 1978
- 22 Exler O., Schittkowsk K. (2007): A trust region SQP algorithm for mixed integer nonlinear programming, Optimization Letters, Vol 1, No 3, p. 269-280.
- 23 Напрасников В.В., Красновская С.В. Влияние упрощающих предположений в конечно-элементных моделях компрессорно-конденсаторных агрегатов на спектр собственных частот. Системный анализ и прикладная математика.-2014.- № 1-3, с.51-55.
- 24 Напрасников В.В., Красновская С.В. Обзор возможностей оптимизационных алгоритмов при моделировании конструкций компрессорно-конденсаторных агрегатов методом конечных элементов. Вестн НАН Беларуси серия физика-технич. наук, №2,2016,с.92-99.
- 25 СанПиН от 28.06.2013 №59 «Требования при работе с видеодисплейными терминалами и электронно-вычислительными машинами».
- 26 СанПиН от 30.04.2013 №33 «Требования к микроклимату рабочих мест производственных и офисных помещений».
- 27 СанПиН 16.11.201 №115 «Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».
- 28 СанПиН от 26.12.2013 №132. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданиях.
- 29 ТКП 45-2.04-153-2009 «Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы проектирования».
- 30 ТКП 427-2012 «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок».
- 31 ТКП 339-2011 «Правила устройства электроустановок».
- 32 Постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 3 июня 2003 г. №70 (в редакции от 30 сентября 2011 г. №96).
- 33 ТКП 474-2013 «Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной безопасности».
- 34 ТКП 45-2.02-142-2011 «Здания, строительные конструкции, материалы и изделия. Правила пожарной-технической классификации».
- 35 ТКП 45-2.02-279-2013 «Здания и сооружения. Эвакуация людей при пожаре».