

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)

«29» 05 2020 г.

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

«Исследование напряженно-деформированного состояния прутковой клеммы на основе конечно-элементной модели»

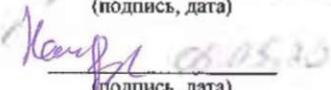
Специальность 1-40 05 01 «Информационные системы и технологии»  
Направление специальности 1-40 05 01-01 «Информационные системы и технологии (в проектировании и производстве)»

Обучающийся

группы 10702416  
(номер)

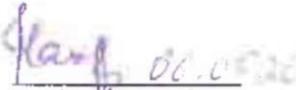
  
(подпись, дата) В.В. Бутовтас

Руководитель

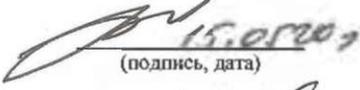
  
(подпись, дата) В.В. Напрасников

Консультанты:

по компьютерному проектированию

  
(подпись, дата) В.В. Напрасников

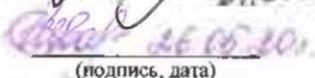
по разделу «Охрана труда»

  
(подпись, дата) Н.М. Журавков

по разделу «Технико-экономическое обоснование проекта»

  
(подпись, дата) Л.В. Бутор

Ответственный за нормоконтроль

  
(подпись, дата) Е.А. Шваякова

Объем проекта:

расчетно-пояснительная записка – 77 страниц;

графическая часть – 7 листов;

магнитные (цифровые) носители – 1 единиц.

Минск 2020

## РЕФЕРАТ

### КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ANSYS WORKBENCH, РЕЛЬСОВЫЕ СКРЕПЛЕНИЯ, ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ

Объектом исследования является напряженно-деформированные состояния клемм.

Целью проекта - создание параметрической модели и исследование на ее основе напряженно-деформированного состояния клеммы и проведения структурной оптимизации на основе результатов.

В процессе работы выполнены следующие исследования(разработки): были разработаны конечно-элементные модели для расчета напряженно-деформированного состояния конструкций; были выполнены анализы нагрузок, действующие на клеммы; была проведена структурная оптимизация; были разработаны мероприятия по производственной санитарии, технике безопасности и пожарной безопасности; была проверена экономическая целесообразность проекта.

Областью возможного практического применения является использования на производстве, для создания моделей и проведения конечно-элементных расчетов.

В ходе дипломного проектирования прошли апробацию такие предложения, как исследование напряженно-деформированного состояния прутковой клеммы на основе конечно-элементной модели.

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 сопровождаются ссылками на их авторов.

Дипломный проект: 79 с., 47 рис., 9 табл., 19 источник.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 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     Прутковая клемма APC-4- <https://russian.alibaba.com/p-detail/GOST-Пружинная-клемма-APC-4-Поставка-по-России-и-СНГ-1100003557120.html>
- 8     Пружинное скрепление ЖБР-3-65 с прутковой клеммой - <http://mmk-metiz.ru/product/klemmy-pruzhinnye-prutkovyye-dlya-krepleniya-relsov-ost-32-156-2000-op-105-tu/>
- 9     Санитарные нормы и правила «Требования при работе с видеодисплейными терминалами и электронно-вычислительными машинами» и Гигиенический норматив «Предельно-допустимые уровни нормируемых параметров при работе с видеодисплейными терминалами и электронно-вычислительными машинами», утвержденные постановлением МЗ РБ от 28.06.2013 г. № 59.
- 10    Типовая инструкция по охране труда при работе с персональными ЭВМ утв. Постановлением Министерства труда и социальной защиты от 24.12.2013 № 130.
- 11    Санитарные нормы и правила «Требования к микроклимату рабочих мест в производственных и офисных помещениях» и Гигиенический норматив «Показатели микроклимата производственных и офисных помещений», утв. постановлением Министерства здравоохранения РБ от 30.04.2013 г. № 33.
- 12    ГОСТ 12.1.005-88 СББТ Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
- 13    СНБ 4.02.01-03 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Утверждены Приказом Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 30 декабря 2003 г. № 259.

- 14 Лазаренков А.М., Ушакова И.Н. Охрана труда: Учебно-методическое пособие для практических занятий. - Мн.: БНТУ, 2011. - 205 с.
- 15 Электронный фонд [Электронный ресурс] / Средства защиты от статического электричества - Электрон. дан. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200006078> свободный - Загл. с экрана - Яз. рус.
- 16 ТКП 427-2012 (02230) Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок.
- 17 ТКП 474-2013 (02300). Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
- 18 ТКП 45-2.02-110-2008 (02250). Конструкции строительные. Порядок расчета пределов огнестойкости
- 19 ТКП 45-2.02-315-2018 (33020). Эвакуация людей из зданий и сооружений при пожаре.