


Машиностроительный факультет

Кафедра «Интеллектуальные системы»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой

  
" 14 " 01 2019 г.


А.В.Гулай

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

«Система обработки сенсорной информации при виброконтроле в  
твердотопливных ракетных двигателях»

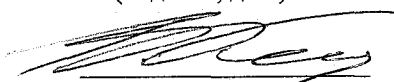
Специальность 1-55 01 02 «Интегральные сенсорные системы»

Обучающийся  
группы 10307114

  
(подпись, дата)

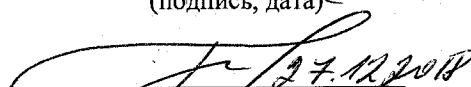
Клезович А.Л.

Руководитель проекта,  
Ст. преподаватель

  
(подпись, дата)

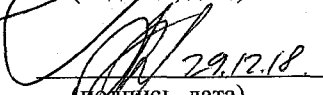
— Гулай В.А.

Консультант по экономическому  
разделу, ст. преподаватель

  
(подпись, дата)

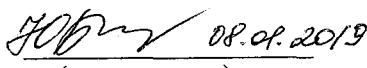
Куневи́ч О.В.

Консультант по охране труда, к.т.н.,  
доцент

  
(подпись, дата)

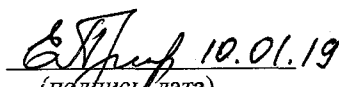
Пантелеенко Е.Ф.

Консультант по переводу научно-  
технической литературы,  
ст. преподаватель

  
(подпись, дата)

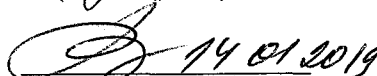
Безнис Ю.В.

Консультант по электронной  
презентации, ст. преподаватель

  
(подпись, дата)

Польникова Е.В.

Ответственный за нормоконтроль,  
ведущий инженер

  
(подпись, дата)

Волкова З.Н.

Объем дипломного проекта:

расчетно-пояснительная записка - 74 страниц;

графическая часть - 8 листов;

магнитные (цифровые) носители - 1 единиц.

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект 82 с., 10 ил., 21 табл., 31 источников.

### СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА, ВИБРОКОНТРОЛЬ ТВЕРДОТОПЛИВНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Объектом разработки является система обработки сенсорной информации при вибрационном контроле.

Целью проекта является моделирование системы анализа вибрационных параметров на основе Вейвлет преобразования.

В результате выполнения дипломного проекта описаны составные части сенсорной системы. Проведен анализ методов численного исследования колебательных процессов, предложена конструктивная реализация системы. Особенностью данной системы является использование аппаратуры и методов анализа сигналов, позволяющих оценивать вибрационные характеристики двигателя на всем протяжении его работы.

Методы, используемые в Вейвлет преобразовании, позволяют качественнее оценивать вибрационные показатели.

Область применения системы — ракетостроение.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алексеев, С. П. Борьба с шумом и вибрацией в машиностроении / С. П. Алексеев, А. М. Казаков, Н. Н. Колотилов. – М.: Машиностроение, 1970. – 207 с.
2. Барков А.В., Баркова Н.А. Вибрационная диагностика машин и оборудования. Анализ вибрации: Учебное пособие. СПб.: Изд. центр СПбГМТУ, 2004, 152 с.
3. Кашина И. А., Сальников А. Ф. Методы определения собственных частот элементов системы ракетного двигателя твердого топлива
4. Баркова Н.А. - Современное состояние виброакустической диагностики машин. - 2002.
5. Джонсон Д. Джонсон Дж. - Справочник по активным фильтрам. - М: Энергоатомиздат, 1983. - 128 с.
6. Марпл С.Л.-мл. - Цифровой спектральный анализ и его приложения. - М: Мир, 1990. - 584 с.
7. ГОСТ ИСО 10816-1-97 Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Часть 1. Общие требования.
8. Арсланов Р.В. Контроль параметров вибрации газотурбинных двигателей в реальном масштабе времени. М.: Вестник УГАТУ. Т. 15. № 1 (41), 2011.
9. Липатов В.В. Магнитный и вихретоковый контроль состояния оборудования. СПб.: Изд-во СЕВЗАПУЦЕНТР
10. Биргер, И. А. Техническая диагностика / И. А. Биргер. – М.: Машиностроение, 1978. – 239 с.
11. Блаттер, К. Вейвлет-анализ. Основы теории / К. Блаттер. М.: Техносфера, 2006. – 272 с.
12. Большаков, А. А. Методы обработки многомерных данных и временных рядов: Учебное пособие для вузов / А. А. Большаков, Р. Н. Каримов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 522 с.
13. Жизняков, А. Л. Применение пакетного вейвлет-преобразования для анализа многомерных сигналов / А.Л. Жизняков, В.Е. Гай // Радиосистемы.— 2007.— № 6.— С. 48-51.
14. Дьяконов, В. А. MATLAB. Обработка сигналов и изображений. Специальный справочник / В. А. Дьяконов, И. В. Абраменкова. – СПб.: Питер, 2002. – 608 с.
15. Дьяконов, В. П. Вейвлеты. От теории к практике / В. П. Дьяконов. – М.: Солон-Р, 2002. – 448 с.
16. Загоруйко, Н. Г. Алгоритмы обнаружения эмпирических закономерностей / Н.Г. Загоруйко, В. Н. Елкина, Г. С. Лбов; отв. ред. В. А. Скоробогатов.— Новосибирск: Наука, 1985.— 110 с.
17. Загоруйко, Н. Г. Методы распознавания и их применение / Н.Г. Загоруйко.— М. : Сов.радио, 1972.— 206 с.

18. Gorban A. N., Kegl B., Wunsch D., Zinovyev A. Y. (Eds.), *Principal Manifolds for Data Visualisation and Dimension Reduction*, Series: *Lecture Notes in Computational Science and Engineering* 58, Springer, Berlin – Heidelberg — New York, 2007, XXIV, 340 p.

19. Трудовой кодекс Республики Беларусь. – Минск: Национальный центр правовой информации Республики Беларусь, 1999. – 192 с. (в ред. От 08.01.2014).

20. Конституция Республики Беларусь // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. – 199. – № 1 (с изм. и доп. от 24.11.1996, 17.10.2004).

21. Уголовный кодекс Республики Беларусь от 9 июля 1999 г. // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. – 1999. – № 6. (с изм. и доп.).

22. Кодекс Республики Беларусь об административных правонарушениях 2002 г.; (с изм. и доп. от 15.07.2008). // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2007. – № 263, 2/1376.

23. Закон Республики Беларусь от 18.06.1993 г. № 2435-ХІІ О Здравоохранении // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. 2001 г. № 2/399.

24. Санитарные нормы и правила «Гигиеническая классификация условий труда», утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 28 декабря 2012 г. № 211, (с изм. и доп. от 6.12.2013, 30.06.2014, 2.07.2015);

25. Санитарные нормы и правила «Требования при работе с видеодисплейными терминалами и электронно-вычислительными машинами», Гигиенический норматив «Предельно-допустимые уровни нормируемых параметров при работе с видеодисплейными терминалами и электронно-вычислительными машинами», утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 28 июня 2013 г. № 59;

26. Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки», утв. Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 115 от 16.11.2011 г;

27. Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы проектирования. ТКП 45-2.04-153-2009. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2010. – 21 с;

28. Технический кодекс установившейся практики «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» ТКП 181-2009;

29. Санитарные нормы и правила «Требования к микроклимату рабочих мест в производственных и офисных помещениях», Гигиенический норматив «Показатели микроклимата производственных и офисных помещений», утвержденные

постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 30 апреля 2013 г. № 33, (с изм. и доп. от 28.12.2015);

30. Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Гигиенические требования к производственным помещениям, оборудованию и организации рабочих мест при использовании копировально-множительной техники», утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 17 сентября 2010 г. № 125;

31. ТКП 45-2.02-279-2013. Здания и сооружения. Эвакуация людей при пожаре, утв. приказом Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь № 101 от 02.04.2013 г