

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА «СТАНДАРТИЗАЦИЯ, МЕТРОЛОГИЯ
И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
П.С. Серенков

«13» 06 2023

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ НА
УДАРНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

Специальность 1-54 01 01 Метрология, стандартизация и сертификация (по направлениям)

Направление специальности: 1-54 01 01-01 Метрология, стандартизация и сертификация (машиностроение и приборостроение)

Студент группы 11305119

01.04.2023
(подпись, дата)

Дубейко С.В.

Руководитель

10.04.2023
(подпись, дата)

Коробко Ю.С.

Консультанты:

по основной части

12.06.23
(подпись, дата)

Соколовский. С.С.

по экономической части

25.05.2023
(подпись, дата)

Е.С. Третьякова

по охране труда

24.05.2023
(подпись, дата)

Г.Л. Автушко

Ответственный за нормоконтроль

06.06.23
(подпись, дата)

Самохвал П.М.

Объем проекта:

расчетно-пояснительная записка – 158 страниц;

графическая часть – 12 листов;

магнитные (цифровые) носители – _____ единиц.

Минск 2023

РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 158 стр, 16 рис., 26 табл., 22 источников, 3 прил. и 12 листов графической части формата А1.

НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, ИСПЫТАНИЙ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ, НА УДАРНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

Целью проекта является разработка методики аттестации испытательного оборудования для определения уровня смягчения удара (критической высоты падения): TRIAX 2015 беспроводное устройство для определения уровня ударного воздействия, а также методики калибровки испытательного модуля со встроенным акселерометром модели 356A02.

Испытательное оборудование производит расчет значения критерия повреждения головы (НІС), который определяет степень риска при падении детей с игрового оборудования. На основе значений (НІС) устанавливается критическая высота падения: максимальная высота свободного падения (FHF), при которой покрытие игровой площадки обеспечивает необходимый уровень демпфирования удара.

В результате выполнения дипломного проекта:

- Проведен анализ документов, описывающих методы контроля максимальной высоты падения и требований, предъявляемых к испытательному оборудованию;
- Проведена экспертиза эксплуатационной документации на испытательное оборудование: TRIAX 2015 беспроводное устройство для определения уровня ударного воздействия;
- Разработан проект методики аттестации испытательного оборудования для определения уровня смягчения удара (критической высоты падения);
- Разработан проект методики калибровки испытательного модуля со встроенным акселерометром модели 356A02.

ABSTRACT

The diploma project contains 158 pages, 16 figures, 26 tables, 22 sources, 3 appendices, and 12 sheets of the graphic part of A1 format.

REGULATORY-METHODOLOGICAL AND METROLOGICAL SUPPORT, FOR TESTING SPECIAL COATINGS, FOR IMPACT

The goal of the project is to develop a methodology for the certification of test equipment for determining the level of impact mitigation (critical fall height): TRIAX 2015 wireless device for determining the impact level, as well as methods for calibrating a test module with a built-in model 356A02 accelerometer.

The test equipment calculates the Head Injury Criterion (HIC) value, which determines the degree of risk when children fall from play equipment. Based on the values (HIC), the critical fall height is set: the maximum free fall height (FHF) at which the playing surface provides the required level of shock damping.

As a result of the graduation project:

- An analysis of documents describing methods for controlling the maximum fall height and requirements for testing equipment was carried out;
- Examination of operational documentation for test equipment was carried out: TRIAX 2015 wireless device for determining the impact level;
- A draft methodology for certification of test equipment for determining the level of shock mitigation (critical fall height) has been developed;
- A draft method for calibrating a test module with a built-in accelerometer model 356A02 has been developed.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Беляева, Н. Н. Морфологические критерии риска вредного воздействия факторов окружающей среды на организм / Н. Н. Беляева // Гигиена и санитария. – 2002. – № 6. – С. 75-76.
- 2 Антонова, Н.Б. Модели оценки воздействий загрязнения окружающей среды на здоровье человека / Н.Б. Антонова // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов: Обзор информации: ВИНТИ.– 1995.– № 3.– С. 76–96.
- 3 Баранов, А. А. Состояние здоровья детей в современных условиях: проблемы, пути решения / А.А. Баранов // Российский педиатрический журнал. – 1998. – № 1. – С. 5-12
- 4 Балясникова, Т.В. Влияние антропогенно-загрязненной среды на здоровье детей / Т.В. Балясникова // Основы экологии и экологическая безопасность. – Нижний Новгород: Изд-во Государственной медакадемии, 1998. - С. 82–89.
- 5 Статистический ежегодник Республики Беларусь – 2019. – Минск, 2019. – С144–370.
- 6 Бать М.И., Джанелидзе Г.Ю., Кельзон А.С. Теоретическая механика в примерах и задачах. Т.2. – М.: Наука. 1966. – 664 с.
- 7 Виноградов В.Н., Сорокин Г.М., Албагачиев А.Ю. изнашивание при ударе. – М.: Машиностроение.1982. – 193 с
- 8 Травма. В 3-х т. Т 1. / Дэвид В. Феличано, Кеннэт Л. Маттокс, Эрнест Е. Мур / пер. с англ.; под. ред. Л.А.Якимова, Н.Л. Матвеева – М.: Издательство Панфилова; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – с. 520: ил.
- 9 Якунин Сергей Адольфович. Судебно-медицинская оценка повреждений головы при воздействии тупыми предметами : диссертация кандидата медицинских наук : 14.00.24 / Якунин Сергей Адольфович; [Место

защиты: Государственное учреждение "Российский центр судебно-медицинской экспертизы"].– Москва, 2004.– 206 с.: ил.

10 Защитные покрытия : учеб. пособие / М. Л. Лобанов, Н. И. Кардолина, Н. Г. Россина, А. С. Юровских. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 200 с.

11 Теория удара в задачах и примерах : учеб, пособие / М. В. Лейбович ; [науч. ред. Е. Л. Маркова]. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. Ун-та, 2016. – 236 с.

12 Holbourn A. Mechanics of head injuries // Lancet. 1943. Vol. 242. № 6267. P. 438–441.

13 King A., Yang K., Zhang L., Hardy W. Is Head Injury Caused by Linear or Angular Acceleration? // IRCOBI Conference. Lisbon (Portugal), September 2003

14 Zhang, L., Yang, K.H., King, A. I. A proposed injury threshold for mild traumatic brain injury. // J. Biomech. Eng. 2004. Vol. 126. P. 226–236.

15 Kanda K. Iga Y. Matsuoka J. Fujita T. Higuchi K. Maenaka K. Multiplication of sensor output voltage using series-connected piezoelectric

16 elements. IEEJ Transactions on Sensors and Micromachines 2010;130:124-129.

17 [2] Kanda K. Iga Y. Hashimoto T. Fujita T. Higuchi K. Maenaka K. Microfabrication and application of series-connected PZT elements.

18 Procedia Chemistry (Proc. Eurosensors XXIII) 2009;1:808–810.

19 [3] Kunz K. Enoksson P. Stemme G. Highly sensitive triaxial silicon accelerometer with integrated PZT thin film detectors. Sensors and

20 Actuators A 2001;92:156-160.

21 Kanda K. Iga Y. Matsuoka J. Fujita T. Higuchi K. Maenaka K. Multiplication of sensor output voltage using series-connected piezoelectric elements. IEEJ Transactions on Sensors and Micromachines 2010;130:124-129.

22 Kanda K. Iga Y. Hashimoto T. Fujita T. Higuchi K. Maenaka K. Microfabrication and application of series-connected PZT elements. *Procedia Chemistry (Proc. Eurosensors XXIII)* 2009;1:808–810.

23 Kunz K. Enoksson P. Stemme G. Highly sensitive triaxial silicon accelerometer with integrated PZT thin film detectors. *Sensors and Actuators A* 2001;92:156-160.

24 M. Danesh and J. R. Long, «An Autonomous Wireless Sensor Node Incorporating a Solar Cell Antenna for Energy Harvesting,» in *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, vol. 59, no. 12, pp. 3546-3555, Dec. 2011.

25 V. Leonov, T. Torfs, P. Fiorini and C. Van Hoof, «Thermoelectric Converters of Human Warmth for Self-Powered Wireless Sensor Nodes,» in *IEEE Sensors Journal*, vol. 7, no. 5, pp. 650-657, May 2007.

26 M. Piñuela, P. D. Mitcheson and S. Lucyszyn, «Ambient RF Energy Harvesting in Urban and Semi-Urban Environments,» in *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, vol. 61, no. 7, pp. 2715-2726, July 2013.

27 J. A. Plaza, H. Chen and J. Esteve, «New bulk accelerometer for triaxial detection,» *Solid State Sensors and Actuators, 1997. TRANSDUCERS 97 Chicago., 1997 International Conference on, Chicago, IL, 1997*, pp. 1231-1232 vol.2.

28 H. Crazzolara, G. Flach, and W. von Muech, «Piezoresistive accelerometer with overload protection and low cross-sensitivity,» *Sens. Actuators A*, vol. 39, pp. 201–207, 1993.