

лых элементов увеличивает контраст изображения и характеризует внутреннюю и внешнюю структуру объекта.

Выполнены экспериментальные исследования реальных объектов (изображения зерен показаны на рис. 1, б и в. Рис. 1, в получен методом субстракционной съемки в рентгеновских лучах с использованием цифрового рентгеновского детектора (рентгеновской камеры) Photonic Science. Расчет контраста экспериментальных изображений выполнен по формуле, учитывающей распределение пикселей по градиациям яркости:

$$K_{GL} = \frac{2\sigma_D}{G-1} = \frac{2\sqrt{\sum_{i=1}^N (D_i - D_{cp})^2 / N}}{G-1}, \quad (1)$$

где G – максимально возможное число градаций яркости; D_i , D_{cp} – i и среднее значение яркости пикселей изображения; σ_D – стандартное отклонение яркости пикселей [2; 3].

Результаты расчета показывают увеличение контраста при использовании метода субстракционной съемки зерен с контраста 37 % до значения 62 %, что характеризует увеличение резкости и увеличение информативности рентгеновских изображений объектов.

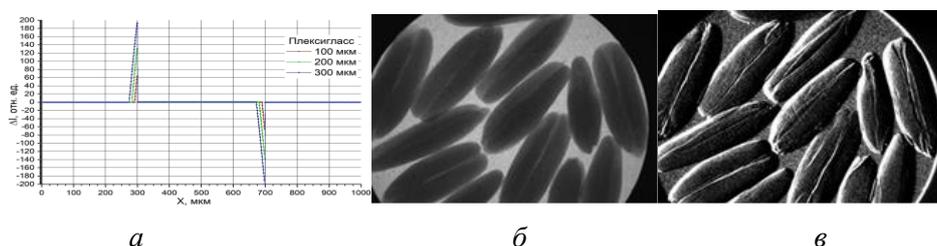


Рис. 1. Результаты исследования: а – результат моделирования субстракционной съемки в «X-ray box» для толщин 100 мкм, 200 мкм, 300 мкм; б – экспериментальных изображений зерен в рентгеновских лучах (контраст 37 %); в – субстракционное изображение зерен в рентгеновских лучах (контраст 62 %)

Улучшение контраста рентгеновских изображений объектов с помощью субстракционной методики подтверждается экспериментальными исследованиями и теоретическим расчетом.

Литература

1. Dudchik, Yu. I. Obtaining the image of objects in X-rays by stereophotography // Proceedings of the international scientific and technical conference «Instrumentation-2019». – Minsk, BNTU. – 2019. – P. 19–20.
2. Peli, E. Contrast in Complex Images // J. of the Optical Society of America. – 1990. – Vol. 10. – P. 2032–2040.
3. Кадничанский, С. А. Оценка контраста цифровых аэрофото- и космических снимков // Геодезия и картография. – 2018. – № 3. – С. 46–51.

УДК 621

ИЗМЕРЕНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ СПОРТСМЕНА ПРИ ПРЫЖКАХ В ДЛИНУ

Студент гр. 11904120 Бельский И. Н.

Ст. преподаватель Ломтев А. А.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

С использованием измерительных преобразователей в современных тренажерах достигается повышение продуктивности тренировки, достигается максимальный результат.

Целью данной работы является создание системы, включающей первичные измерительные преобразователи, для измерения перемещения спортсмена при прыжках в длину, а также обучения и совершенствования скоростно-силовых качеств.

В ходе выполнения работы были рассмотрены параметры, которые подлежат контролю. Изучены и проанализированы методы измерения физических величин.

В данной работе проведен анализ датчиков, которые можно было бы использовать для измерения перемещения спортсмена при прыжках в длину: тензодатчики, пьезоэлектрические датчики, пьезорезистивные и пьезоэлектрические акселерометры, пьезоэлектрические и пьезорезистивные датчики давления [1; 2]. Произведена сравнительная характеристика пьезопленочных, электромеханических, пьезоэлектрических, пьезорезистивных первичных

измерительных преобразователей, а также интегрально объемной и интегрально поверхностной конструкции акселерометров [3]. Анализ показал, что для измерения скорости и ускорения эффективно подходит трехосевой акселерометрический датчик СМА 3000В, основанный на измерении смещения инерционной массы относительно корпуса и преобразовании его в пропорциональный электрический сигнал [4]. Разработана функциональная схема устройства, в том числе схема преобразования измеряемой величины в электрический сигнал.

Описан принцип действия рассматриваемого устройства в статическом и динамическом режимах.

Был произведен анализ источников методических и инструментальных погрешностей разработанной схемы измерений на основе построения известной модели, предложенной для анализа погрешности МЭМС-датчиков [5].

Литература

1. Первичные преобразователи. Датчики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://automation-system.ru/main/65-regulyator/regulation-systems/15-50-pervichnye-preobrazovateli-datchiki.html>. – Дата доступа: 04.01.2024.
2. Преобразователи физических величин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://skachate.ru/fizika/17637/index.html?page=2>. – Дата доступа: 14.01.2024.
3. Компоненты и технологии. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.kit-e.ru/articles/sensor/2009_08_54.php. – Дата доступа: 24.01.2024.
4. Акселерометры STMicroelectronics [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.compel.ru/lib/ne/2014/6/3-akselerometryi-stmicroelectronics-opredelyaya-lyuboe-dvizhenie>. – Дата доступа: 04.02.2024.
5. Особенности построения модели погрешности МЭМС-датчиков при решении навигационной задачи. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2398>. – Дата доступа: 14.02.2024.

УДК 681

УСТРОЙСТВО ИЗМЕРЕНИЯ КАДЕНСА

Студент гр. 11902120 Бережной Д. К.

Ст. преподаватель Ломтев А. А.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

На сегодняшний день каденс является одним из основных параметров, измеряемых в беговых дисциплинах легкой атлетики. Данный показатель лучше всего измерять при помощи спортивных часов со встроенным акселерометром.

В данной работе была рассмотрена схема MEMS акселерометра, используемого для измерения каденса [1]. Функциональная схема MEMS акселерометра представлена на рис. 1.

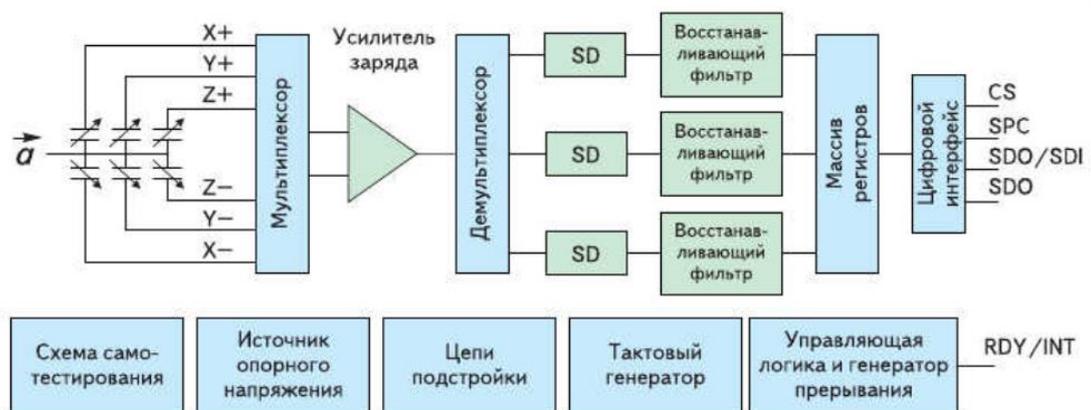


Рис. 1. Функциональная схема MEMS акселерометра

Для измерения перемещения используется емкостной метод, который является достаточно надежным и точным. Первичный измерительный преобразователь акселерометра состоит из ряда пластин, часть из которых являются стационарными, а часть – свободно перемещающимися-