

Minisat на высоте до 2000 м [4]. Разработан механизм, сочетающий в себе две подсистемы: створки, которые сдвигаются вверх при выдергивании чеки усилием раскрывающегося парашюта, и система закрепления Minisat-ов (рисунок 3), состоящая из фиксатора и мотора, его открывающего.

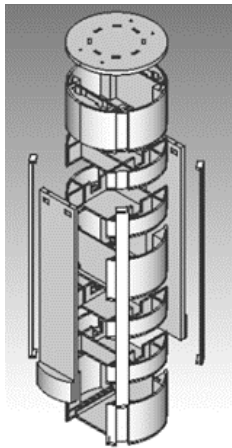


Рисунок 2 – Конструкция аппарата-деплойера (exploded view)

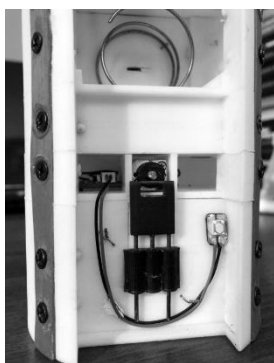


Рисунок 3 – Выпускной механизм

В конструкции реализован принцип разнонаправленного выпуска MiniSat-ов относительно деплойера. Такой подход минимизирует возмущающее воздействие процесса отделения на пространственную ориентацию деплойера, а также исключает возможное столкновения аппаратов. Фиксация аппаратов Minisat осуществляется посредством металлических петель, удерживаемых шпилькой. Активация системы происходит при выдергивании чеки, соединенной со стропой парашюта, что инициирует размыкание контрольной

электрической цепи. Бортвой компьютер, фиксируя изменения состояния цепи, формирует и исполняет команду на разблокировку фиксаторов. Последующая активация пружинного узла обеспечивает выталкивание аппаратов на расстояние около 2 м от носителя.

Принципиальная схема системы выпуска представлена на рисунке 4.

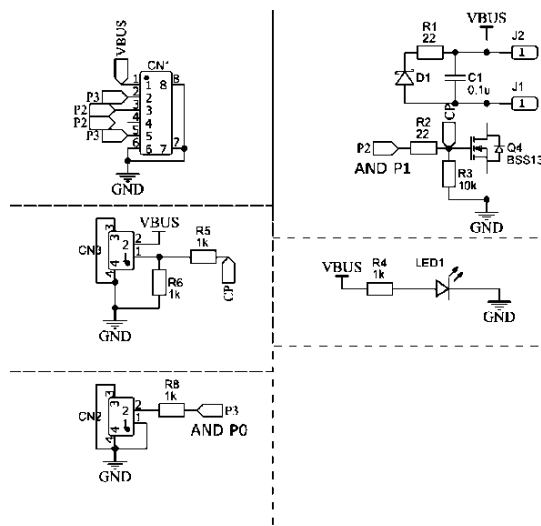


Рисунок 4 – Принципиальная схема системы выпуска

Заключение. Разработана система разворачивания группировки атмосферных зондов. В работе рассмотрены конструктивные особенности зондов, их технические параметры и реализованные алгоритмы функционирования.

Литература

1. The regional nanosatellite constellation modelling formation by a piggyback launch from different spaceports / A. A. Spiridonov, V. S. Baranova, V. A. Saetchnikov, D. V. Ushakov // Journal of the Belarusian State University. Physics. – 2022. – № 2. – P. 50–59.
2. Cappelletti, C. Cubesat Handbook / C. Cappelletti, S. Battistini. – Academic Press, 2021. – 461 p.
3. Разработка системы атмосферных зондов для организации клиентско-серверной связи / Е. Д. Юшкевич, Д. А. Бореико, И. А. Кураков [и др.] // Компьютерные технологии и анализ данных: материалы конференции. – Мн.: Издательство БГУ, 2024. – С. 129–132.
4. Разработка система приема сигнала для организации трассы оптической связи в условиях атмосферы / Е. Д. Юшкевич [и др.] // RusNanoSat-2023: сборник тезисов докладов симпозиума. – Самара: Издательство Самарского университета, 2023. – С. 177–179.

УДК 681.5.09

ПРИМЕНЕНИЕ ДИСКРЕТНЫХ ВЕЙВЛЕТОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ХАРАКТЕРИСТИК СИГНАЛОВ ТЕНЗО- И ВИБРОМЕТРИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ

Реутская О. Г., Войцеховский А. А., Князев М. А.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Аннотация. Предлагается новый метод диагностики для прогнозирования износа и преждевременного выхода из строя компонент производственно-технической систем на основе использования сигналов тензо- и виброметрических датчиков и их анализа при помощи дискретных вейвлетов.

Ключевые слова: тензо- и виброметрические датчики, дискретный вейвлет анализ, бинарные векторы.

APPLICATION OF DISCRETE WAVELETS FOR ANALYSIS OF SIGNAL CHARACTERISTICS FOR TENSO- AND VIBROMETRIC SENSORS

Reutskaya O. G., Vaitsiakhouski A. A., Knyazev M. A.

Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

Abstract. New method of diagnostics for prognostication of wearing and before time destroying of components productive and technical systems is proposed. The method is based on an using the signals of tenso- and vibrometrical sensors and their analysis by applying discrete wavelets.

Keywords: tenso- and vibrometrical sensors, discrete wavelet analysis, binar vectors.

*Адрес для переписки: Реутская О. Г., пр. Независимости, 65, г. Минск 220113, Республика Беларусь
e-mail: oreutskaya@gmail.com*

При проектировании и разработке различного рода датчиков, преобразователей, сенсоров и т. п. методы, используемые в технической диагностике, находят широкое применение. Достижение оценки распознавания истинного состояния объекта, а также классификации этого состояния являются общими проблемами в данной области. Их гарантированное разрешение позволяет избежать пропуска неисправностей в изделиях и уменьшить вероятность появления ложного сигнала о наличии неисправности. Следовательно, одним из перспективных направлений при решении задач создания новых преобразователей может считаться теоретический анализ используемых методов диагностики.

Дискретный вейвлет анализ представляет хорошую возможность преодолеть указанные выше проблемы. При его применении имеется возможность записывать исследуемый сигнал в виде ряда по дельта-функциям. При этом, как правило, коэффициенты представления при дельта-функциях различны. При исследовании того или иного сигнала в соответствии с конкретной задачей подбирается дельта-функция и ее параметры. Каждая дельта-функция с коэффициентом n может быть записана в виде суммы n единичных дельта-функций. В результате такого представления измеряемый сигнал принимает вид, который принято называть бинарным вектором [1].

Бинарные векторы находят широкое применение, особенно в тех случаях, когда эффективность проводимых вычислений и оптимизация процессов хранения данных играют определяющую роль. В крупномасштабных системах искусственного интеллекта, например, таких как поисковые или рекомендательные системы, обработка огромных объемов данных в реальном времени является ключевой задачей.

Уменьшая размеры векторов, сопоставляемых измеряемым сигналам, при помощи двоичных векторов можно снизить как время ожидания, так и вычислительные затраты без существенного ущерба для точности вычислений. Кроме того, использование двоичных векторов полезно в средах с ограниченными ресурсами (например, в мобильных телефонах или встроенных системах с ограниченными объемами памяти или

ограниченной вычислительной мощностью). Использование двоичных кодов позволяет реализовывать сложные функции при упомянутых выше ограничениях и при этом сохранять высокую производительность вычислений. Представление исследуемого сигнала посредством бинарных векторов дает возможность повысить эффективность и достоверность диагностики уровней надежности компонент системы. Обработка получаемых сигналов при диагностике упрощается при идентификации расположения единиц в бинарном векторе. В таких случаях применение бинарных векторов требуется для того, чтобы при записи сигнала в виде ряда по дельта-функциям, уменьшить время, затрачиваемое на вычисление коэффициентов при дельта-функциях, а значит, увеличить производительность вычислений. Вейвлет анализ позволяет осуществить однозначное представление сигналов [2]. Следует отметить, что для успешного применения вейвлет анализа необходимо создать исходную базу сигналов преобразователей в зависимости от состояния рассматриваемой детали механизма или системы.

В настоящей работе предложен научно-обоснованный метод диагностики, который позволяет теоретически прогнозировать износ и преждевременный выход из строя деталей производственно-технической системы (например, зерно- или хлопкоуборочного комбайна). Разработана методика диагностического анализа характеристик тензо- и виброметрических сигналов технического происхождения по бинарным векторам, полученных дискретными вейвлетами. Полученные результаты находят применение в станкостроительной технике, машиностроении, включая аграрнотехническое машиностроение.

Литература

1. Алексеев, В. В. Стационарное дискретное вейвлет-преобразование. Вопросы применения в задачах фильтрации / В. В. Алексеев, Е. Ю. Закемовская // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». – 2017. – № 6. – С. 62–68.
2. Гулай, А. В. Интеллектуальная технология вейвлет-анализа вибрационных сигналов / А. В. Гулай, В. М. Зайцев // Доклады БГУИР. – 2019. – № 7–8 (126). – С. 101–110.