

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ТИПОРАЗМЕРОВ БРИКЕТОВ В ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Амиров Р.З., Зори А.А.

Донецкий национальный технический университет, кафедра ЭТ

E-mail: kaf-et@kita.donetsk.ua

Abstract. *Amirov R.Z., Zori A.A. Identification of standard sizes of briquettes in the technology of recycling of radioactive wastes. In the article the structure of the informationa -measuring system of identification of standard sizes of briquettes is developed, the error of identification of a standard size of a briquette rated.*

Актуальность проблемы и задачи работы. В настоящее время актуальность проблемы утилизации РАО с надежной их изоляцией от биосферы не вызывает сомнения. Ежегодно растущие объемы твердых РАО средней и слабой активности, образующиеся в результате использования радиоактивных элементов в народном хозяйстве, обуславливают необходимость разработки средств и методов утилизации РАО с реализацией безлюдной технологии [1-3]. Наиболее перспективным методом переработки РАО является суперпрессование с последующим оптимальным размещением полученного брикета в контейнере длительного хранения. Реализация безлюдной технологии обеспечивается использованием информационно-измерительной системы (ИИС) идентификации типоразмеров брикетов, функционирующей в экстремальных условиях (оптические, электромагнитные помехи, радиоактивность), и выполняющей дистанционное считывание штрихового кода с поверхности брикета [2].

В связи с изложенным, необходимо разработать структуру ИИС, оценить погрешность идентификации типоразмера брикета и сравнить эффективность структуры используемого ШК.

Результаты разработки структуры ИИС и оценка погрешностей идентификации типоразмера брикета. Идентификация типоразмера брикета в технологии утилизации радиоактивных отходов заключается в выполнении последовательности операций:

- прием первичным преобразователем отраженного от объекта контроля оптического сигнала;

- выполнение первичным преобразователем фотоэлектрических преобразований;
- дискретизация сигнала;
- обработка цифровым обработчиком информации полученного измерительного сигнала, и идентификация типоразмера брикета.

Сложный оператор последовательных преобразований измерительного сигнала имеет вид:

$$U'_\Phi = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot P_4 \cdot P_5 \cdot P_6 \cdot P_7,$$

где U'_Φ — сигнал на выходе цифрового обработчика информации;

P_1 — оператор излучения оптического сигнала объектом;

P_2 — оператор воздействия СРС на оптический сигнал;

P_3 — оператор оптической системы приемника излучения;

P_4 — оператор фотоэлектрического преобразования измерительного сигнала;

P_5 — оператор преобразования фототока в напряжение;

P_6 — оператор дискретизации;

P_7 — оператор цифровой обработки измерительного сигнала.

На основании полученной последовательности операций преобразования оптического сигнала в значение геометрического параметра объекта контроля разработана структурная схема ИИС идентификации типоразмеров брикетов (рис. 1). ИИС состоит из двух каналов — оптического и преобразующего (электронного). К первому относятся устройство помехоустойчивой подсветки и оптическая система. В качестве носителя информации используется оптический сигнал. К преобразующему каналу относятся остальные устройства и носителем информации в этом случае является электрический сигнал.

В технологии утилизации РАО предложено брикет маркировать ШК в виде концентрических окружностей. Для идентификации типоразмеров брикетов должны быть решены информационные задачи обнаружения, различения, восстановления сигнала. В рассматриваемом технологическом процессе первая задача состоит в обнаружении информационно-измерительной системой стартовых и масштабных символов в штриховом коде.

Погрешность идентификации типоразмера брикета определяется достоверностью обнаружения сигнала. Достоверность оценивается через величины вероятности ошибок двух родов [4–5]:

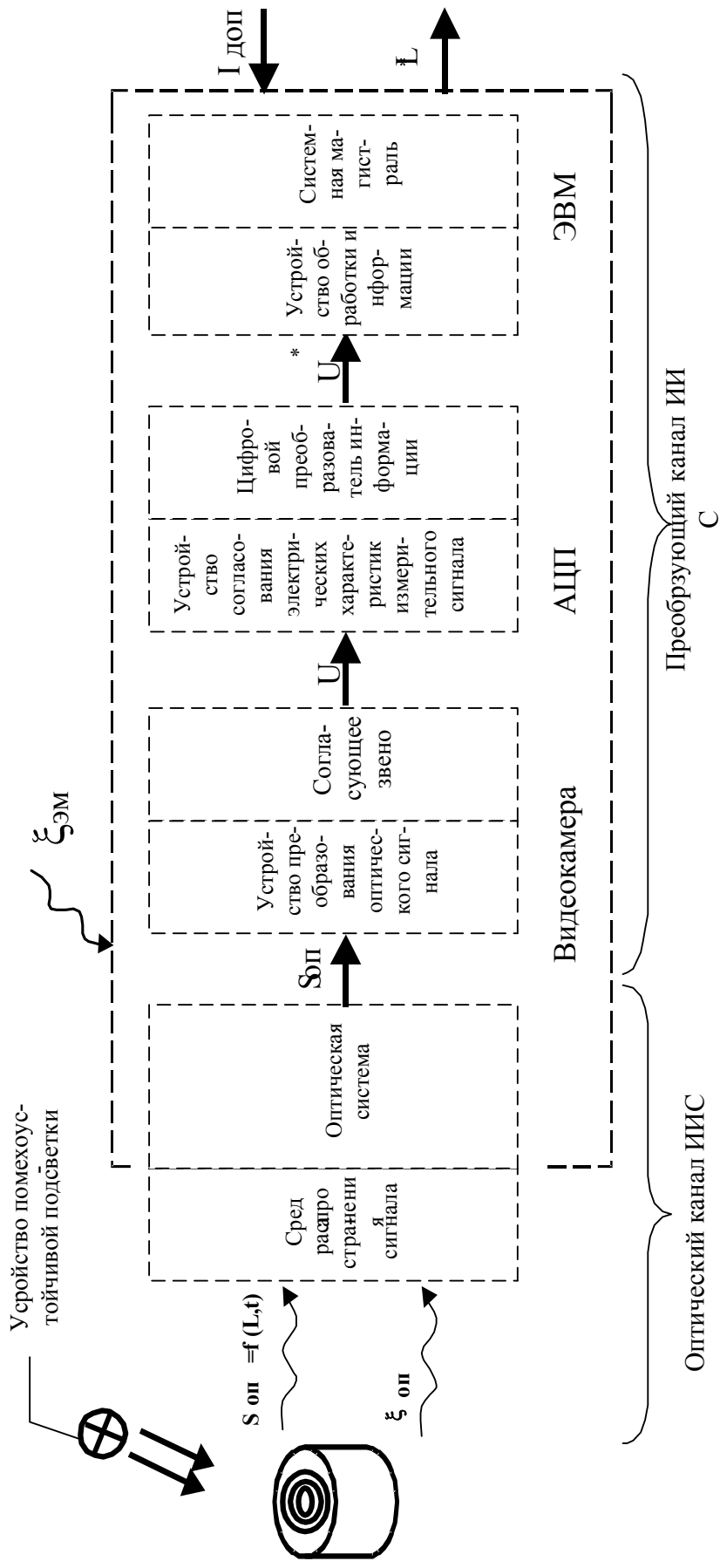


Рисунок 1 - Структурная схема ИИС идентификации типоразмеров брикетов

1. Ошибка первого рода («ложная тревога») — обнаружение сигнала при его отсутствии в смеси сигнала и помехи;
2. Ошибка второго рода («пропуск сигнала») — сигнал не обнаруживается при его наличии в смеси.

Наличие ошибок первого и второго рода обусловлено двумя факторами:

1. Смещение центра маркера относительно центра сканера на величину S ;
2. Изменение ширины сигнала, соответствующего графическому портрету маркера, вызванное помехами канала ИИС.

Исследования смещения брикета на транспортере относительно камеры позволили установить, что оно описывается нормальным законом распределения с характеристиками: $\mu = 0$; $\sigma = 1,4$. Ошибка первого рода $P_{л.м.}(X)$ не имела место, так как полезный сигнал при отсутствии смещения всегда обнаруживался. Вероятность ошибки второго рода при обнаружении сигнала для рассматриваемого случая описывается зависимостью вероятности пропуска сигнала от величины смещения камеры и маркера $P_{н.с.}(X) = f(\sigma)$ (рис.2). Рекомендуемое пороговое значение смещения $S_n = 6\sigma = 3$ мм обеспечивает вероятность пропуска сигнала порядка $P_{н.с.}(X) = 0,05$.

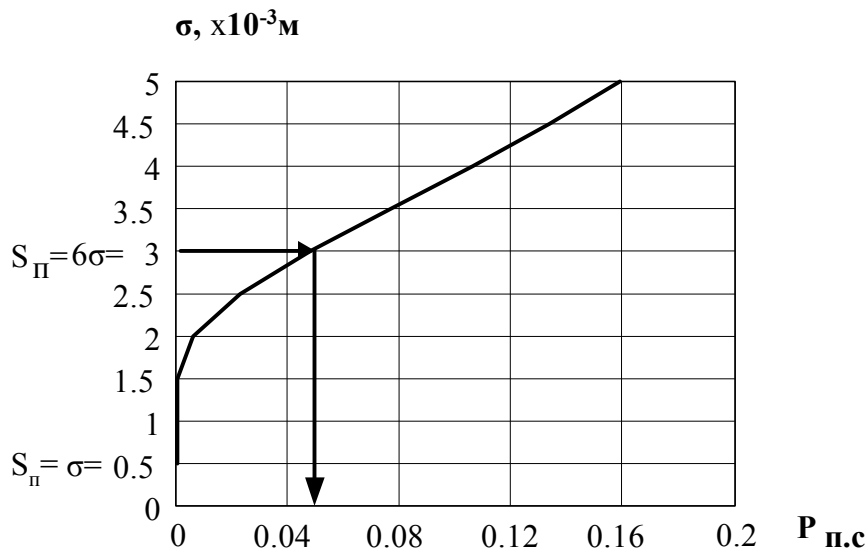


Рисунок 2 — Зависимость вероятности пропуска сигнала $P_{н.с.}$ от величины смещения центров камеры и маркера σ (мм)

Функция распределения помехи в канале ИИС описывается нормальным законом распределения с характеристиками: $\mu = 0,5$; $\sigma = 0,0197$. При проведении исследований изменения ширины сигнала, вызванного помехами канала ИИС, ошибка первого рода не наблюдалась вследствие помехозащищенности структуры маркера. Имела место ошибка второго рода, и выполнены ее исследования. Построен график зависимости (рис.3), позволяющий определить пороговое значение флуктуаций сигнала. Рекомендуемое значение порога флуктуаций сигнала $X_n = 7\sigma = 0,14$ мс обеспечивает вероятность пропуска сигнала порядка $P_{n.c}(X) = 4,4 \cdot 10^{-3}$.

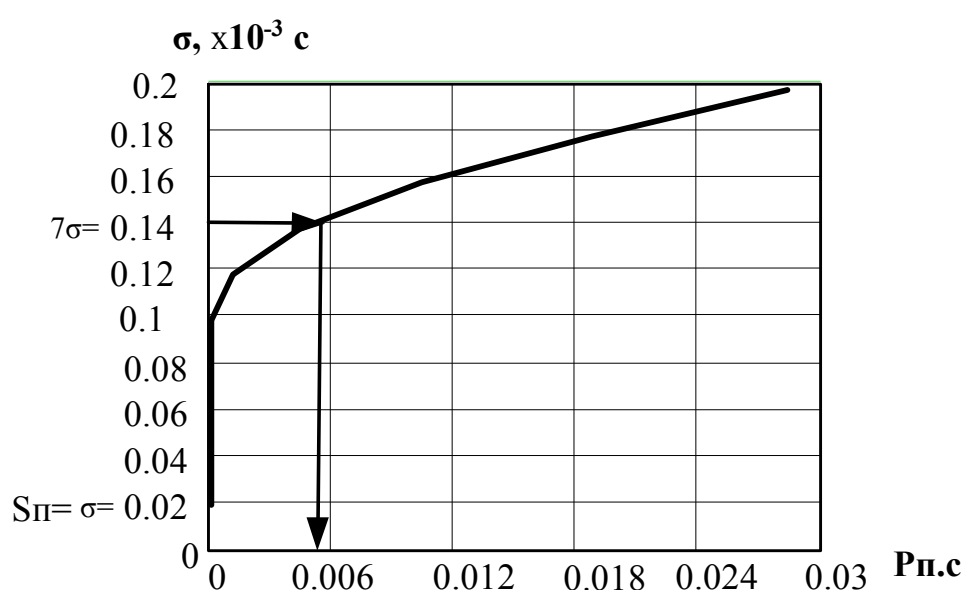


Рисунок 3 — Зависимость вероятности пропуска сигнала $P_{п.с}$ от флуктуаций сигнала σ (мс)

Сравнительная характеристика пропуска сигнала для линейного ШК и ШК в виде концентрических окружностей, приведенная в табл. 1, позволила установить, что при равных условиях и допустимом угле считывания линейного ШК вероятность пропуска сигнала для ШК в виде концентрических окружностей ниже, что объясняется выбором ширины штрихов, обеспечивающей помехоустойчивый прием сигнала.

Изменение угла считывания α штрихового кода вызывает пропуск сигнала только в линейном ШК. Полученные результаты свидетельствуют о неэф-

фективности применения линейного ШК в технологии утилизации РАО, так как величина пропуска сигнала, обусловленная факторами смещения центров сканера и маркера, помехами канала ИИС идентификации типоразмеров брикетов, увеличивается вследствие чувствительности такого ШК к углу его считывания. Следовательно, целесообразно применение ШК в виде концентрических окружностей.

Таблица 1 — Вероятность пропуска сигнала для различных типов ШК

Значение порога	ШК в виде концентрических окружностей		Линейный ШК
	Вероятность пропуска сигнала, вызванная смещением центра сканера и маркера	Вероятность пропуска сигнала, вызванная помехами канала ИИС	Вероятность пропуска сигнала, вызванная изменением угла считывания
1	2	3	4
σ	0	0	0,0055
2σ	$2,867 \cdot 10^{-7}$	0	0,0223
3σ	$4,291 \cdot 10^{-4}$	$5,597 \cdot 10^{-10}$	0,0515
4σ	$6,21 \cdot 10^{-3}$	$2,456 \cdot 10^{-6}$	0,0948
5σ	0,023	$1,285 \cdot 10^{-4}$	0,1547
6σ	0,048	$1,149 \cdot 10^{-3}$	0,2361
7σ	0,077	$4,375 \cdot 10^{-3}$	0,3456
8σ	0,106	0,01	0,4945
9σ	0,133	0,019	0,7013
10σ	0,159	0,028	1

Выбраны значения порога смещения $S_n = 3 \cdot 10^{-3}$ м и порога флуктуаций сигнала $X_n = 0,14 \cdot 10^{-3}$ с, обеспечивающие вероятность пропуска сигнала порядка $P_{n.c.} = 0,05$ и $P_{n.c.} = 4,4 \cdot 10^{-3}$ соответственно [2].

Выводы.

1. Получено операторное описание преобразований оптического сигнала в измерительном канале, на основании которого разработана структура информационно-измерительной системы идентификации типоразмеров брикетов, состоящая из оптического и преобразующего каналов.

2. Оценена погрешность идентификации типоразмера брикета, обусловленная смещением центров камеры и маркера, а также флуктуациями сигнала. Выбранный порог смещения $S_n = 3 \cdot 10^{-3}$ м и порога флуктуаций сигнала $X_n = 0,14 \cdot 10^{-3}$ с, обеспечивающие вероятность пропуска сигнала порядка $P_{n.c.} = 0,05$ и $P_{n.c.} = 4,4 \cdot 10^{-3}$ соответственно.

3. Установлено, что изменение угла считывания вызывает пропуск сигнала только в линейном ШК. Поэтому предпочтительно использование ШК в виде концентрических окружностей.

Литература

1. Корчагин П.А., Замостьян П.В., Шестопапов В.М. Обращение с радиоактивными отходами в Украине: проблемы, опыт, перспективы. — К: Иван Федоров, 2000. — 178с.
2. Амиров Р.З. Информационно-измерительная система идентификации типоразмеров брикетов при пакетировании радиоактивных отходов / Автореферат диссертации на соиск. уч. степ. к.т.н. — Донецк: ДонНТУ, 2001. — 19с.
3. Земля тривоги нашої / Під ред. С. Куркуленка. — Донецьк: Новий мир, 2002. — 108с.
4. Основы теории информации и кодирования / И.В. Кузьмин, В.А. Кедрус. — 2-е изд., перераб. и доп. — К.: Вища шк.: 1986. — 238с.
5. Теория обнаружения сигналов / Под ред. П.А. Бакута. — М.: Радио и связь, 1984. — 438 с.

Сдано в редакцию: 11.03.2003г.

Рекомендовано к печати: д.т.н., проф. Зори А.А.