

фронту одиночного імпульсу буде зростати, періодичний ж сигнал буде передаватися однією гармонікою. При $v_{\max} = 3/(2 \cdot b)$ вихідне зображення періодичних штрихів буде містити дві гармоніки.

Таким чином, для максимальної частоти передавання v_R , яка ототожнюється з роздільною здатністю, можна запропонувати такі оціночні значення: $v_R \leq 1/b$ для систем з нормальною якістю зображення і $v_R \leq 3/(2 \cdot b)$ для систем, де потрібна підвищена якість зображення.

Література

1. Дмитрук, Ж. В. Точність відтворення інформації растровими пристроями виводу [Текст] / Ж. В. Дмитрук, О. В. Ющик, Н. А. Пац // Наукові записки УАД. — Львів, 2003. — Вип. 6. — С. 93–95.
2. Ющик, О. В. Оцінка точності відтворення текстової інформації в системах «комп'ютер-друкарська форма» [Текст]: тези доповідей / О. В. Ющик // Звітна науково-технічна конференція викладачів, наукових співробітників і аспірантів за 1996 рік. — Львів, 1997. — Вип. 3.
3. Антипин, М. В. Интегральная оценка качества телевизионного изображения [Текст] / М. В. Антипин. — Л.: Наука, 1970. — 154 с.
4. О'Нейл, Э. Введение в статистическую оптику [Текст] / Э. О'Нейл; пер. с англ. под ред. П. Ф. Паршина. — М.: Мир, 1968. — 256 с.
5. Gniadek, K. Optyczne przetwarzanie informacji [Text] / K. Gniadek. — PWN, Warszawa, 1992. — 435 p.
6. Техника систем индикации [Текст] / пер. с англ. А. Н. Шеманина; под ред. Н. И. Иванова. — М.: Мир, 1970. — 520 с.
7. Ломов, Б. Ф. Человек и техника [Текст] / Б. Ф. Ломов. — М.: Советское радио, 1960. — 562 с.
8. McCamy, C. S. On the Information in a Microphotograph [Text] / C. S. McCamy // Applied Optics. — 1965. — Vol. 4, № 4. — P. 405–411. doi:10.1364/ao.4.000405

9. Прусс, П. Х. О методах оценки фотографических пленок для микрофильмирования [Текст] / П. Х. Прусс // Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии. — 1970. — Т. 15, № 5. — С. 321–328.
10. Гудмен, Дж. Введение в Фурье-оптику [Текст] / Дж. Гудмен; пер. с англ. под ред. Г. И. Косоурова. — М.: Мир, 1970. — 364 с.

ОЦЕНИВАНИЕ КАЧЕСТВА ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ РАСТРОВЫМИ СКАНИРУЮЩИМИ УСТРОЙСТВАМИ ВЫВОДА

Любое превращение изображения приводит к его искажению. Поэтому любая система его воспроизведения, обеспечивая минимальные искажения, должна давать в каждом звене преобразование изображения необходимого качества. При этом возникает вопрос, каким должно быть изображение, которое представляется человеку, чтобы оно оценивалось им как качественное?

Ключевые слова: изображение, растровые сканирующие устройства вывода, пространственная частота, индекс качества, сигнал.

Гавриш Богдана Михайлівна, кандидат технічних наук, старший викладач, кафедра технологій додрукарських процесів, Українська академія друкарства, Львів, Україна, e-mail: dana.havrysh@gmail.com.

Ющик Олег Володимирович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра технологій додрукарських процесів, Українська академія друкарства, Львів, Україна.

Гавриш Богдана Михайлівна, кандидат технічних наук, старший преподаватель, кафедра технологии допечатных процессов, Украинская академия печати, Львов, Украина.

Ющик Олег Владимирович, кандидат технических наук, доцент, кафедра технологии допечатных процессов, Украинская академия печати, Львов, Украина.

Havrysh Bogdana, Ukrainian Academy of Printing, Lviv, Ukraine, e-mail: dana.havrysh@gmail.com.

Yushchuk Oleh, Ukrainian Academy of Printing, Lviv, Ukraine

УДК 628.477 : 519.876.5

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.51182

**Вамболь В. В.,
Шмандий В. М.,
Крета Д. Л.**

МОНИТОРИНГ НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫХ МЕСТ СКОПЛЕНИЯ ОТХОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ

В статье анализируется возможность использования широкодоступных данных дистанционного зондирования Земли и ГИС-технологий для выявления несанкционированных мест скопления отходов, анализа их развития и построения рациональных форм управления экологической безопасностью. Результаты показывают, что проблема, связанная с отсутствием методов идентификации элементов, являющихся источниками формирования экологической опасности, еще существует.

Ключевые слова: экологическая безопасность, отходы, свалка, обнаружение, космические снимки.

1. Введение

На сегодняшний день в Украине остро стоит проблема несанкционированных полигонов и свалок различных видов отходов. Одной из причин появления экологически опасных отходов является научно-технический прогресс в создании новых видов материалов. В соответствии с законом Украины «Об отходах» опасные отходы характеризуются как такие, которые имеют физические,

химические, биологические или другие опасные свойства, создающие или могущие создать значительную опасность для окружающей природной среды и здоровья человека и требующие специальных методов и средств обращения с ними. В составе твердых бытовых отходов нередко встречаются опасные отходы. Зброшенні, неправильно спроектовані та неуправляемі свалки отходов снижают уровень экологической безопасности [1]. Сложность работ по выявлению мест несанк-

ционированного скопления отходов и идентификации источников формирования экологической опасности объясняется их многочисленностью при малой площади, пространственным и временным распределением. Таким образом, задачи раннего обнаружения мест складирования различных видов отходов и постоянного слежения за ними являются актуальными в сфере экологической безопасности.

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Эффективное решение проблемы негативного влияния отходов на компоненты окружающей природной среды заключается в создании системы управления экологической безопасностью при их утилизации [2–5]. Исходными данными для ее создания является идентификация опасностей с учетом принципов их формирования. На сегодняшний день в стране существует огромное количество населенных пунктов (особенно в сельской местности), где образуются нелегальные свалки, ввиду безответственного отношения жителей и отсутствия средств для ликвидации таких отходов. Как правило, обнаружение подобных мест скопления отходов происходит случайно либо при специальном обходе (объезде) определенной территории [6–8], что делает наземный контроль и выявление свалок очень затратными по финансам, времени и человеческим ресурсам.

Использование космических снимков и цифровых карт позволяет выявить и проанализировать размещение несанкционированных мест скопления отходов относительно населенных пунктов, учитывая особенности естественно-техногенных систем в зонах их расположения [9]. В 2007 году первые исследования по геодинамическому районированию территории для анализа размещения полигонов захоронения отходов проведены исследователями Готыняном В. С., Аристовым М. В., Томченко О. В. и Миколенко Л. И. [10]. Анализ и поиску возможностей использования многоспектральных космических снимков для идентификации несанкционированных свалок путем определения яркостных характеристик посвящены работы [11, 12]. Дешифровке космических снимков посвящены исследования и зарубежных ученых [13, 14].

Методы дистанционного зондирования Земли, в сочетании с ГИС и методами математического моделирования дают возможность комплексно исследовать источники формирования экологической опасности и принять решение относительно методов обращения с ними. Использование отмеченных методик предложено в работах авторов Трофимчука А. Н., Готыняна В. С., Грекова Л. Д., Федоровского А. Д., Яковлева Е. А. и др.

3. Объект, цель и задачи исследования

Объект исследования — несанкционированные места скопления отходов, как источники формирования экологической опасности.

Рассматривая в целом проблему обращения с отходами, *целью данного исследования* является анализ возможности использования широкодоступных данных дистанционного зондирования Земли и ГИС-технологий для оперативного выявления мест несанкционированного скопления отходов, их идентификации как источников формирования экологической опасности техногенного характера, определения

их степени опасности, и построение рациональных форм управления экологической безопасностью.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- обоснование выбора способа обнаружения мест несанкционированного скопления отходов;
- выбор метода дешифровки космических снимков в задачах анализа и идентификации источников формирования экологической опасности мест несанкционированного скопления отходов.

4. Результаты исследования возможности идентификации источников формирования экологической опасности, используя широкодоступные данные дистанционного зондирования Земли

Для получения спутникового изображения земной поверхности был избран сервис Google Earth, как наиболее доступный источник геоинформационных данных. Современные геоинформационные системы содержат немалое количество универсальных методов анализа, которые заключаются в выделении исследуемого объекта по яркости пикселей.

На несанкционированных свалках накапливаются бытовой мусор, пищевые отходы, отходы автотранспорта, строительные отходы, новогодние елки, упаковочный материал, бытовая техника или ее части и много другое. При этом все отходы имеют различную плотность, химический состав, отражающую способность, габаритные размеры и т. д. В связи с этим места скопления отходов, при разделении снимка на классы, могут сливаться с дорогами, различными постройками или другими объектами. Поэтому выделение свалки отходов по яркости пикселей космического снимка дает много ошибок. Следовательно, методом универсальной классификации снимка выявить места скопления отходов, определить их опасность и занимаемую площадь с необходимой точностью, затруднительно. Этот метод можно использовать лишь на первоначальном этапе, так как он позволяет отделить места с растительностью, находящиеся вблизи свалки и на ее территории.

Более точную оценку объемов и динамики развития мест скопления отходов необходимо выполнять с помощью моделей дисперсии, асимметрии и эксцесса [15]. Для этого определяют среднее количество пикселей из исследуемой части снимка, строят модель дисперсии и определяют диапазон ее значений с помощью гистограмм (рис. 1). Далее требуется ввести дополнительные параметры — асимметрию и эксцесс, которые определяют по формулам:

$$S = \frac{\sum(I - m)^3}{(n - 1)D^{3/2}}, \quad (1)$$

$$K_r = \frac{\sum(I - m)^4}{(n - 1)D^2}, \quad (2)$$

где S — асимметрия; D — дисперсия; K_r — эксцесс.

Определив по гистограммам (рис. 2) параметры для выявления мест скопления отходов, создают общую модель и отделяют свалку отходов от других составляющих ландшафта.

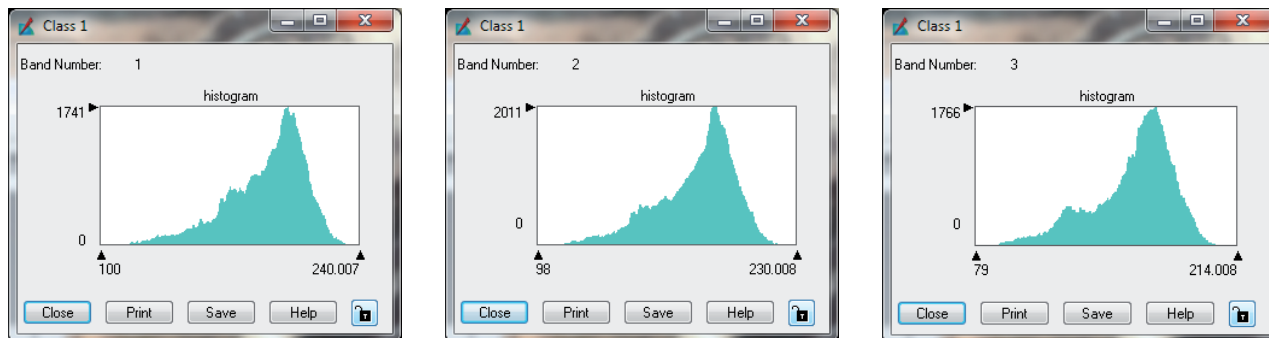


Рис. 1. Гистограммы среднего значения пикселей

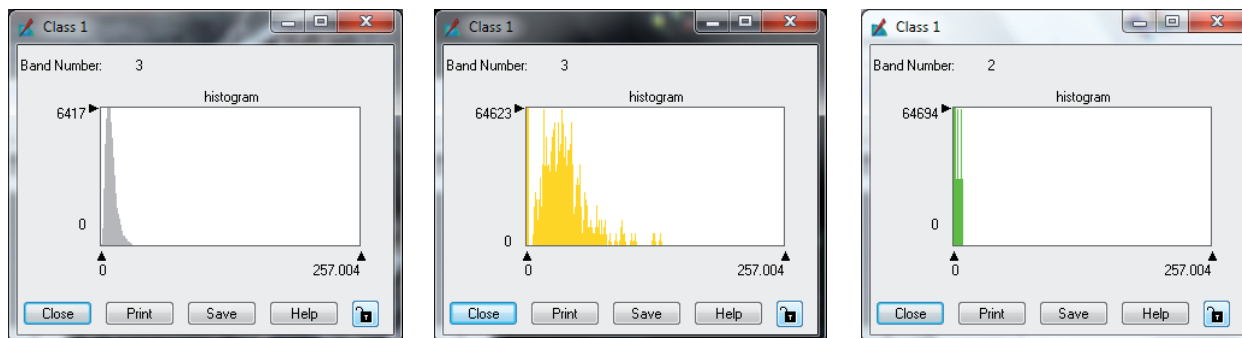


Рис. 2. Гистограммы дисперсии, эксцесса, асимметрии

Такой подход позволяет выявить свалку, определить занимаемую площадь и динамику развития свалки. Однако, невозможно идентифицировать источники формирования экологической опасности и определить степень их опасности.

5. Выводы

По результатам данного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Исследование, проведенное в работе, позволяет убедиться в эффективности использования данных космической съемки для обнаружения несанкционированных мест складирования отходов и изменения их площади.

2. При наличии методов и моделей обнаружения свалок и отслеживания динамики их распространения, существует проблема, связанная с отсутствием методов идентификации элементов, являющихся источниками формирования экологической опасности.

Литература

1. Экологи: На каждого украинца приходится 750 тонн мусора [Электронный ресурс] // Корреспондент.net. — 4 сентября 2013. — Режим доступа: [www/URL: http://korrespondent.net/ukraine/1599674-ekologi-na-kazhdogo-ukrainca-prihoditsya-750-tonn-musora](http://korrespondent.net/ukraine/1599674-ekologi-na-kazhdogo-ukrainca-prihoditsya-750-tonn-musora)
2. Шмандий, В. М. Управление техногенной безопасностью урбосистемы на стадии образования и поступления отходов в окружающую среду [Текст]: монография / В. М. Шмандий. — Х.: Библиотека журнала ГТЕ, 2001. — Т. 2. — 152 с.
3. Шмандий, В. М. Системный подход к решению задачи управления экологической безопасностью при утилизации отходов жизнедеятельности [Текст]: сб. тр. науч. экологич. конф. / В. М. Шмандий, В. В. Вамболь // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства. — Краснодар: Кубанский гос. аграрный ун-т., 2015. — С. 680–685.

4. Кобрин, В. Н. Система управления экологической безопасностью при утилизации твердых бытовых и производственных отходов [Текст] / В. Н. Кобрин, Н. В. Нечипорук, В. В. Вамболь // Экологічна безпека. — 2014. — № 2(18). — С. 25–30.
5. Vambol', V. V. The systematic approach to solving the problem of management of ecological safety during process of biowaste products utilization [Text] / V. V. Vambol', V. M. Shmandij, S. O. Vambol', O. M. Kondratenko // Экологічна безпека. — 2015. — № 1(19). — Р. 7–11.
6. В Винницкой области обнаружили свалку ртутных ламп. Экологи бьют тревогу [Электронный ресурс] // Сегодня.ua. — 6 Июля 2015. — Режим доступа: www.segodnya.ua/ukraine/v-vinnickoy-oblasti-obnaruzhili-svalku-rtutnyh-lamp-629439.html
7. В Киеве на Позняках обнаружили незаконную свалку мусора [Электронный ресурс] // Корреспондент.net. — 15 августа 2012. — Режим доступа: [www/URL: http://korrespondent.net/kyiv/1383859-v-kyieve-na-poznyakah-obnaruzhili-nezakonnuyu-svalku-musora-zhiteli-massiva-obratilis-v-prokuraturu](http://korrespondent.net/kyiv/1383859-v-kyieve-na-poznyakah-obnaruzhili-nezakonnuyu-svalku-musora-zhiteli-massiva-obratilis-v-prokuraturu)
8. Ангорская, Л. Экологи выявили крупные свалки в районах Харьковщины [Электронный ресурс] / Лилия Ангорская // Городской Дозор. — 08.05.2015. — Режим доступа: <http://dozor.kharkov.ua/news/authority/1161790.html>
9. Новошацька, Н. А. Ефективні технології поводження з твердими побутовими відходами [Текст]: зб. наук. праць XI Міжнар. наук.-практ. конф. / Н. А. Новошацька // Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях. — АР Крим, 2012. — С. 163–166.
10. Аристов, М. А. Мониторинг полигонов ТБО и обнаружение стихийных мусоросвалок по данным космической съемки [Текст] / М. А. Аристов // ГеоПрофиль. — 2009. — № 2. — С. 34–41.
11. Доманська, М. В. Ідентифікація несанкціонованих звалищ побутових відходів за матеріалами ДЗЗ [Текст] / М. В. Доманська, С. П. Боднар // Часопис картографії. — 2013. — Вип. 7. — С. 114–126.
12. Кохан, С. С. Оцінка можливості ідентифікації звалищ за багатоспектральними космічними знімками [Текст] / С. С. Кохан, А. А. Москаленко // Вісник геодезії та картографії. — 2009. — № 6. — С. 29–34.
13. Wood, C. Strategic Environmental Assessment [Text] / C. Wood, N. Lee. — Manchester: Manchester EIA Centre, 1995. — 298 p.

14. Cui, S. Y. Building detection and Recognition from High Resolution Remotely Sensed Imagery [Text] / S. Y. Cui, Q. Yan, Z. J. Liu, M. Li // Proceedings of XXI ISPRS Congress. — Beijing, China, 2008. — Vol. XXXVII. — P. 411–416.
15. Зинченко, С. С. Раннее обнаружение несанкционированных мест складирования отходов, как способ предупреждения техногенных ЧС [Электронный ресурс]: сб. мат. междунар. науч.-практич. конф. / С. С. Зинченко // Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы. — Минск, КИИ МЧС РБ, 2015. — С. 29. — Режим доступа: \www/URL: [http://kii.gov.by/file/Konf/Sbornik2015\(1\).pdf](http://kii.gov.by/file/Konf/Sbornik2015(1).pdf)

МОНІТОРИНГ НЕСАНКЦІОНОВАНИХ МІСЦЬ НАКОПИЧЕННЯ ВІДХОДІВ З ВИКОРИСТАННЯМ КОСМІЧНИХ ЗНІМКІВ

У статті аналізується можливість використання широко-доступних даних дистанційного зондування Землі та ГІС-технологій для виявлення несанкціонованих місць скупчення відходів, аналізу їх розвитку та побудови раціональних форм управління екологічною безпекою. Результати показують, що проблема, пов'язана з відсутністю методів ідентифікації елементів, що є джерелами формування екологічної небезпеки, ще існує.

Ключові слова: екологічна безпека, відходи, звалище, виявлення, космічні знімки.

Вамболь Віола Владиславівна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра хімії, екології та експертних технологій, Національний аерокосмічний університет ім. Н. Е. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна, e-mail: violavambol@gmail.com.

Шмандий Володимир Михайлович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри екологічної безпеки та організації природопольовання, Кременчуцький національний університет ім. М. Остроградського, Україна.

Крета Дмитрій Леонідович, старший преподаватель, кафедра производства радиоэлектронных систем летательных аппаратов, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Украина.

Вамболь Віола Владиславівна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра хімії, екології та експертних технологій, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна.

Шмандий Володимир Михайлович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри екологічної безпеки та організації природокористування, Кременчуцький національний університет ім. М. Остроградського, Україна.

Крета Дмитро Леонідович, старший викладач, кафедра виробництва радіоелектронних систем літальних апаратів, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна.

Vambol Viola, National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Ukraine, e-mail: violavambol@gmail.com.

Shmandij Volodymyr, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskiy National University, Ukraine.

Kreta Dmytro, National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Ukraine

УДК 629.7.615.3

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.51215

Ащепкова Н. С.

РОЗРОБКА АДАПТИВНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ МОДЕЛІ РОБОТА-НАВАНТАЖУВАЧА НА БАЗІ LEGO MINDSTORMS NXT

Представлено функціональну схему та алгоритм адаптивної системи керування моделі робота-навантажувача на базі Lego Mindstorms NXT. Проаналізовані швидкодія й продуктивність для трьох способів керування моделлю робота. Для забезпечення швидкодії рекомендується частину задач керування перенести з ЕОМ на убудований процесор робота.

Ключові слова: адаптивність, система керування, імітаційне моделювання, робот-навантажувач.

1. Вступ

Робот, як керована машина має наступні властивості [1]:

- *універсальні можливості*, тобто здатність виконувати різні механічні дії в реальному просторі;
- *адаптивність* до зовнішнього середовища, тобто здатність самостійно пристосовуватися (змінювати свою стратегію, кінематичну конфігурацію, траєкторію або параметри руху) залежно від змін робочого простору.

Роботи Lego Mindstorms активно й широко використовуються в студентській науково-дослідницькій діяльності для апробації різних способів керування, алгоритмів програмування та траєкторій руху [2–4]. Крім

того на базі Lego Mindstorms здійснюється імітаційне моделювання виробничих процесів з використанням роботів. Моделі, алгоритми і методи керування, які застосовуються у гнучких виробничих системах, базуються на результатах імітаційного моделювання. Таким чином, розробка адаптивної системи керування моделі робота-навантажувача на базі Lego Mindstorms NXT є актуальною науково-прикладною задачею.

2. Постановка проблеми

Задана предметна область із розташуванням заданої кількості об'єктів (деталей). Зазвичай для змагань з робототехніки, предметна область задана як біле коло діаметром 1 м обмежене чорною смугою шириною 50 мм (рис. 1).