

Задачи проектирования и эксплуатации природоохранной инфраструктуры как единой сложной системы

Г. А. Куприянов¹, Р. И. Сольнищев²

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет

«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

¹science@help-in.ru, ²remira70@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены инновационные программные и программно-аппаратные комплексы, позволяющие решать задачи проектирования и эксплуатации природоохранной инфраструктуры как единой системы в рамках «замкнутой системы управления «Природа-Техногеника».

Ключевые слова: охрана природы; экологическая безопасность; экономика; блокчейн; проектирование систем; САПР; экспертные системы

I. ВВЕДЕНИЕ

Цель природоохранной деятельности – сохранить природу Земли и восстановить её от последствий негативного техногенного влияния. И одна из приоритетных задач – обеспечение стопроцентной и экологически безопасных переработки или хранения твёрдых, жидких или газообразных бытовых отходов. Здесь рассмотрены инновационные программные и программно-аппаратные комплексы, позволяющие с учётом проведённого в РФ Года Экологии и во исполнение норм природоохранного законодательства РФ решать задачи проектирования и эксплуатации природоохранной инфраструктуры как единой системы (безопасной, эргономичной, эстетичной, гармонично вписывающейся в историческую искусственную и естественную окружающую среду, экономически эффективной) в рамках «замкнутой системы управления «Природа-Техногеника» [1]. Ниже рассмотрим их подсистемы.

II. ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И АГИТАЦИИ

A. Описание

Интегрированная система экологической безопасности и агитации (ИСЭБА) адаптирует подходы к построению интегрированных систем безопасности к задачам охраны природы, которые согласуются с деятельностью по предупреждению чрезвычайных ситуаций. Решать вопросы охраны природы и экологического просвещения помогут её основные компоненты – интерактивные

агитационные стенды, включающие в себя функции видеонаблюдения, связанные, объединённые в общую децентрализованную программно-аппаратную систему, соединённые с сетью Интернет и хранящие свои данные в блокчейне.

B. Детали реализации

Представляемые здесь стенды – это полноценные информационные терминалы в антивандальном исполнении, содержащие универсальный набор функций, например, та же экстренная связь с МЧС, полицией, группами реагирования. Учитывая удалённость охраняемых природных территорий от линий электропередач, а также экономические условия, данные программно-аппаратные комплексы следует обеспечить автономным электропитанием на солнечных батареях или с ветрогенератора, что позволит над ними разместить крупногабаритные информационные световые установки, которые в тёмное время суток будут привлекать дополнительное внимание граждан, а также обеспечить освещение пространств вокруг них. В целях обеспечения безопасности стенда также в него должна быть включена охранная система, и в частности – также видеонаблюдение. Такие интерактивные стенды можно совместить с контейнерными площадками для раздельного сбора вторичного сырья (пищевой упаковки, пластика, стекла, металла, макулатуры, бытовой техники, мебели, ненужных вещей).

Учитывая энергонезависимость и встроенные средства связи, стенд и система безопасности при нём должны окупать своё существование. И если принятое вторичное сырьё может частично окупить существование и обслуживание контейнерной площадки для его раздельного сбора, то остальную монетизацию может обеспечить блокчейн, который может хранить как события стенда (пользование стендом, ситуация вокруг него, событие на контейнерной площадке и т.п., сообщения пользователей), так и предоставлять регулируемую государством криптовалюту, использование которой поможет экономически обеспечить создание природоохранной инфраструктуры.

III. ПОДСИСТЕМА ОБЪЕКТОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ

Данная подсистема предназначена для раздельного сбора, хранения и утилизации вторичного сырья.

Реализация данной системы приоритетна потому, что в настоящее время наиболее актуальны проблемы существования несанкционированных свалок и мусорных полигонов, загрязнений водоёмов, а также опасность запуска мусоросжигательных заводов.

Главной проблемой эксплуатации и функционирования данной подсистемы является низкий уровень экологической культуры населения, а также отсутствие экономической мотивации граждан участвовать в процессе раздельного сбора твёрдых коммунальных отходов. И если первый вопрос можно решить с применением описанной выше системы интерактивных стендов ИСЭБА и публикаций СМИ, то решение второго вопроса связано с разработкой системы фандоматов (reverse vending machines) – устройств автоматического приёма твёрдых коммунальных отходов, в частности – пластмассовой и металлической тары для напитков, как это сделано уже в ряде государств (наглядными примерами являются Финляндия и Эстония), которые обеспечивают возврат населению части средств.

Наряду с проблемой собираемости отходов сложным процессом является их автоматическая сортировка и дальнейшее разделение в том случае, если первичное разделение собираемых отходов осуществлено по виду материала: бумага, стекло, металл, пластмасса. Здесь объектом проектирования природоохранной инфраструктуры является сортирующее предприятие как её компонент, а проектируемым технологическим процессом – собственно сортировка, каждая фаза которой характерна применением точных видеокамер с защищёнными самоочищающимися объективами и роботов с манипуляторами и датчиками, специфичными для своих этапов.

Опишем фазы подробнее. В фазе подготовки поток ТБО поступает в специальную зону предварительного хранения, отдалённую на безопасное расстояние. Из неё забираются порции определённого веса и габаритов и поступают во взрывозащищённую капсулу, где происходит подсушивание. Далее поток порций ТБО проходит несколько тестов:

- влажности и прочности (органика);
- является ли предмет твёрдым телом, содержащим жидкость;
- габаритный тест, после которого крупногабаритный мусор исследуется поштучно;
- визуальный тест (здесь распознаются упаковка, тара, этикетки, штрих-коды и QR-коды на этикетках, коды утилизации, распознавание текстов поможет идентифицировать этикетку);
- физико-химический тест: химическая реакция вещества-датчика вызывает физическое явление,

например, окрашивание, которое автоматически фиксируется цифровой камерой и дальше распознаётся программным обеспечением; растворимость в заданном веществе за заданное время, распознаваемая оптически, а также с измерением диэлектрической проницаемости и других пассивных электрических характеристик полученного раствора; цвет свечения при тестовом воспламенении, распознаваемый оптически датчиком цветности (цифровая камера здесь присутствует как датчик); незначительное выделение газа при тестовом воспламенении (для принятия решений используется группа газовых датчиков).

Сложность и разнообразие фаз технологического процесса сортировки отходов на специализированном предприятии не оставляют сомнений в необходимости разработки системы для его автоматизированного проектирования, которая рассмотрена далее.

IV. САПР ИНФРАСТРУКТУРЫ РАЗДЕЛЬНОГО СБОРА И УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ (САПР ИРСУО)

A. Задача

САПР ИРСУО обеспечивает моделирование всей инфраструктуры, технологических и логистических процессов и синтез решений, обеспечивающих функционирование инфраструктуры раздельного сбора и утилизации отходов.

B. Основной цикл использования

- Моделирование технологических и логистических процессов и обновление (обучение) модели.
- Решение задач экологической и экономической оптимизации в системе ограничений (экологических, географических, экономических, правовых и этических).
- На выходе – пакет решений для создания оптимальной доходной и экологичной ИРСУО. Далее цикл повторяется с начала.

C. Информационное обеспечение

Это база данных и знаний, которая содержит:

- обновляемую выборку из Росреестра, ЕГРП по территориям для размещения пунктов приёма, пунктов сортировки и хранилищ раздельно собранных отходов и по их балансодержателям
- обновляемую информацию о компаниях – участниках логистического процесса и стоимость их услуг
- данные и знания о самих ТБО. В частности, база данных, в которой собраны соответствия штрихкодов подлежащих утилизации изделий (например, упаковка продукции массового потребления) их экологически значимым

параметрам. Это могут быть габариты и другие размеры составных частей. Разные свойства материалов: стоимость, химический состав и маркировка, например, маркировка пластмасс из отдельной таблицы, прозрачность, цвет и другие оптические свойства, вес, плотность, запах, магнитные, электрические и другие геометрические, физические, химические, экономические и прочие свойства компонент и материалов изделий, структурированные в своих таблицах, во избежание избыточности

- информацию о расчетной модели и об алгоритмах формирования пакетов решений
- географию загрязнений ТБО – свалок, информацию о структуре отходов на них и географию размещения объектов ИРСО из п.1 и 2 (ЭКО-ГИС, как например, в работе [4]).
- данные юрислингвистических моделей и шаблонов решений на их основе, помогающих принять решение в системе законодательных возможностей и ограничений (возможна стыковка с правовыми системами, такими как “Гарант”, “Консультант Плюс”)
- данные логико-вероятностных моделей и шаблонов решений на их основе, помогающих принять решение с минимальным риском неуспеха [2].
- пользовательские структуры данных, знания и сценарии (обучение)

D. Программное обеспечение

Для массового потребителя несомненный интерес представляет сервис «Быстро сдай упаковку» на основе описанной выше базы данных, особенно первые пять пунктов и в первую очередь – третий. Основная суть: пользователь сканирует штрих-коды товаров, и хранит их в личном кабинете или локально на мобильном устройстве. Онлайн-сервис предоставляет обновляющиеся в реальном времени данные о возможностях утилизации, составляет, хранит и изменяет маршруты к пунктам приёма, хранилищам. В тесной связи с информацией о ситуации на дорогах, о пробках и других сложностях в логистических процессах.

Работоспособная модель уже доступна в сети Интернет по адресу [3]. Пользователь может использовать простую веб-камеру для сканирования штрих-кодов упаковки продуктов питания и напитков, чтобы определить пункт приёма, где он может разместить её для последующей переработки.

В своей структуре база данных сервиса содержит несколько таблиц:

- Таблица штрих-кодов продуктов, полями которых являются сам штрих-код, название продукта, путь к файлу фотографии внешнего вида упаковки на сервере.

- Таблица стандартных кодов утилизации с описаниями материалов.
- Таблица соответствия штрих-код – код утилизации, со связью «один ко многим».
- Таблица точек поступления вторичного сырья с их почтовыми адресами и координатами на карте (широта и долгота), что делает базу данных основой для ГИС.
- Таблицы соответствия кодам утилизации, со связью «один ко многим».

Пользователь сканирует штрих-код, и если он содержится в первой таблице и соответствует коду утилизации из второй таблицы через соответствие из третьей таблицы, то через пятую таблицу можно найти пункт приёма вторичного сырья. Используя геолокацию, пользователь может найти ближайший к нему пункт.

Для лиц, принимающих решения, ПО реализует цикл задач САПР ИРСУО, который описан выше на основе данных из базы данных и знаний. В этом случае оно состоит из СУБД, основной экспертной системы и её юрислингвистической подсистемы, ГИС.

Для автоматизированной сортировки ТБО также применима база данных [3], описанная выше.

Разработанная инфраструктура будет содержать систему объектов – устройств сбора, доставки, (повторной) сортировки, хранения предметов раздельно собранного вторичного сырья, в также системы наблюдения (видео, аудио, и прочего, самой разной природы), системы управления, в том числе информационные системы.

Транспортная подсистема может быть представлена как экологически безопасным транспортом, так и трубопроводом для мусора, к примеру, пневматическим.

V. ПОДСИСТЕМА СБОРА И ХРАНЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Данная подсистема предназначена для получения с помощью мобильных или стационарных систем датчиков и децентрализованного, максимально открытого и достоверного хранения информации об экологической обстановке (данные о признаках экологических преступлений, втч о загрязнениях, о свалках, о состоянии природоохранной инфраструктуры, о метеорологической обстановке итп) на территории РФ, с использованием технологии блокчейн и современных концепций, таких как IoT. Её функционирование подразумевает непрерывный сбор и обработку экологической информации сетью датчиков и элементами ИСЭБА. Совокупность данных, полученных ею для определённой географической области, непрерывно доступна для принятия мер быстрого реагирования на признаки экологического преступления или наступления стихийного бедствия.

VI. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПРИРОДООХРАННЫЕ АНАЛИТИЧЕСКИЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПОДСИСТЕМЫ

Это, например, геоинформационные системы, ГИС, данные которых также хранятся децентрализованно и максимально открыто, в том числе:

1. Экспертная юрислингвистическая система анализа и совершенствования природоохранного законодательства.
2. Экспертная система принятия и отработки природоохранных решений, к примеру, таких, как обоснованный отказ от строительства мусоросжигательных заводов в пользу раздельного сбора и переработки, на основе существующих законодательства и нормативов, включающая в себя ГИС и связанная с децентрализованным хранилищем данных. В части, доступной массовому потребителю, представляет интерес создание Интернет-ресурса, помогающего составлять обращения в органы власти, инициирующие принятие природоохранных решений. И здесь может быть использован подход, при котором обращение заявителя автоматически дополняется обосновывающей формулировкой, ссылающейся на действующие законодательные акты, указы президента и т.п. Например, в 2017-м

году в Московском районе Санкт-Петербурга было установлено два контейнера для ПЭТ-бутылок со стандартной формулировкой в обращениях от разных, независимых заявителей. Ещё одно работающее ГИС-решение – это RecycleMap от Greenpeace [5], которое поддерживает базу данных и сервис, помогающий гражданам в утилизации отходов, где также отмечены упомянутые два контейнера.

3. Подсистема инженерно-экономических расчётов для обеспечения наибольшей безопасности, эргономичности и экономической эффективности эксплуатации природоохранной инфраструктуры).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Р. И. Сольников, Г. И. Коршунов. Системы управления «природа–техногенка». СПб.: Политехника, 2013.
- [2] E. D. Solozhentsev. Logic and probabilistic risk models for management of innovations system of country // International Journal of Risk Assessment and Management (IJ RAM), 2015, vol. 18, Nos. ¾. P. 237 – 255
- [3] Куприянов Г.А. Стартовала экологическая онлайн-база штрихкодов утилизируемых изделий. <http://help-in.ru/node/239>
- [4] Черемушкин О.А. Использование геоинформационных технологий для оценки влияния автотранспорта на экологическую безопасность городской территории // Интернет-Вестник ВолГАСУ. Сер.: Строит. информатика. – 2012. – №7(21). – 8 с
- [5] Greenpeace RecycleMap, <http://recyclemap.ru>