

Геоинформатика. 2022. № 1. С. 47–57.
Geoinformatika. 2022;(1):47–57.

Геоэкология

Научная статья
 УДК 504.064.2.001.18
<https://doi.org/10.47148/1609-364X-2022-1-47-57>

Технология формирования картографической базы данных по объектам обращения с отходами и вторичными ресурсами

© 2022 г. — А.В. Любимова^{1, 2, а)}, Е.Ф. Шамаева^{2, б)}, М.А. Быков^{2, в)}, А.С. Соколов²

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт, Москва, Россия

²Институт системного анализа и управления ГБОУ ВО МО «Университет «Дубна», г. Дубна, Московская область, Россия
^{а)}a.lyubimova@geosys.ru, ^{б)}bb@uni-dubna.ru, ^{в)}bikov-max@bk.ru

Аннотация: В статье рассматривается технология формирования картографической базы данных по объектам, вовлеченным в сферу обращения с отходами (источники образования отходов и вторсырья, предприятия их переработки и объекты размещения промышленных и бытовых отходов). Анализируются основные информационные ресурсы, предоставляющие сведения о таких объектах, приводятся требования к структуре базы данных и описание технологических этапов ее формирования. Предлагаемая технология успешно апробирована в рамках разработки прототипа геоинформационной системы обращения с отходами и вторичными ресурсами, реализованный на примере Арктической зоны Российской Федерации, а также создания геопортала лаборатории геоинформационных систем государственного университета «Дубна», обеспечивающего геоинформационную поддержку образовательной и научно-исследовательской деятельности Института системного анализа и управления в части разработки и ведения картографических баз данных.

Ключевые слова: *геоинформационные системы, картографическая база данных, вторичные ресурсы, отходы производства и потребления, региональное развитие, экономика замкнутого цикла.*

Для цитирования: Любимова А.В., Шамаева Е.Ф., Быков М.А., Соколов А.С. Технология формирования картографической базы данных по объектам обращения с отходами и вторичными ресурсами // Геоинформатика. — 2022. — № 1. — С. 47–57. <https://doi.org/10.47148/1609-364X-2022-1-47-57>.

Geocology

Original article

Technology of forming a mapping database on waste and secondary resources management facilities

© 2022 — A.V. Lyubimova^{1, 2, а)}, E.F. Shamaeva^{2, б)}, M.A. Bykov^{2, в)}, A.S. Sokolov²

¹All-Russian Research Geological Oil Institute, Moscow, Russia

²Institute of System Analysis and Management, State University "Dubna", Dubna, Russia

^{а)}a.lyubimova@geosys.ru, ^{б)}bb@uni-dubna.ru, ^{в)}bikov-max@bk.ru

Abstract: The article discusses the technology of forming a mapping database on objects involved in the field of waste management (sources of waste generation and recyclables, their processing enterprises and facilities for the disposal of industrial and household waste). Basic information resources providing information about such objects are analyzed, requirements for the database structure and description of technological stages of its formation are given. The proposed technology was successfully tested as part of the development of a prototype of a geographical information system for waste and secondary resources management, implemented on the example of the Arctic zone of the Russian Federation, as well as the creation of a geo-portal of the geographical information systems laboratory of Dubna State University, which provides geo-information support for the educational and research activities of the Institute for System Analysis and Management in terms of developing and maintaining cartographic databases.

Key words: *geographic information systems, mapping database, secondary resources, production and consumption waste, regional development, closed-loop economy.*

For citation: Lyubimova A.V., Shamaeva E.F., Bykov M.A., Sokolov A.S. Technology of forming a mapping database on waste and secondary resources management facilities. *Geoinformatika*. 2022;(1):47–57. <https://doi.org/10.47148/1609-364X-2022-1-47-57>. In Russ.

Обзор источников информации об объектах обращения с отходами

Анализ нормативно-правовой базы, регламентирующей ведение учета всех составляющих обращения с отходами на территории Российской Федерации, позволяет выделить следующие базовые источники информации об объектах обращения с отходами.

1. Государственный и региональный кадастры отходов.

В соответствии с № 89-ФЗ, а также с Постановлением Правительства РФ от 26 октября 2000 г. № 818 «О порядке ведения государственного кадастра отходов и проведения паспортизации опасных отходов» (№ 818-ПП РФ), Министерство природных ресурсов Российской Федерации и его территориальные органы организуют и ведут по единой для Российской Федерации системе с участием органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации государственный кадастр отходов, включающий:

- федеральный классификационный каталог отходов;
- государственный реестр объектов размещения отходов;
- банк данных об отходах и о технологиях использования и обезвреживания отходов различных видов.

Работа по ведению государственного кадастра отходов основана на предоставляемой в установленном порядке индивидуальными предпринимателями и юридическими лицами, осуществляющими деятельность в области обращения с отходами, информации в указанной области, включающей сведения о происхождении, количестве, составе, свойствах, классе опасности отходов, условиях и конкретных объектах размещения отходов, технологиях их использования и обезвреживания.

Структура регионального кадастра отходов (на примере Постановления Администрации Томской области от 30 октября 2006 г. № 130а) состоит из четырех разделов:

- реестр объектов размещения отходов;
- банк данных об отходах и технологиях использования и переработки отходов;
- реестр организаций по приему вторичных ресурсов;
- классификационный каталог отходов.

Сведения предоставляются органами местного самоуправления, юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями, осуществляющими свою деятельность на территории региона.

2. Государственный реестр объектов размещения отходов.

Объекты размещения отходов вносятся в государственный реестр объектов размещения отходов.

Размещение отходов на объектах размещения, не внесенных в государственный реестр объектов размещения отходов недопустимо.

К сожалению, в настоящее время нет действующих нормативно-правовых актов, регламентирующих порядок работы по ведению Государственного реестра объектов размещения отходов, а № 818-ПП РФ лишь вносит предложения об организации его ведения.

3. Федеральный классификационный каталог отходов (ФККО).

ФККО утвержден Приказом МПР РФ от 2 декабря 2002 г. № 786 «Об утверждении федерального классификационного каталога отходов» (приказ МПР РФ № 786).

ФККО представляет собой перечень отходов, систематизированных по совокупности приоритетных признаков: происхождению, агрегатному и физическому состоянию, опасным свойствам, степени вредного воздействия на окружающую природную среду. Каждому отходу, внесенному в ФККО присвоен тринадцатизначный код, который определяет вид отхода, характеризующий его классификационные признаки. Первые восемь цифр используются для кодирования происхождения отхода, девятая и десятая цифры используются для кодирования агрегатного состояния и физической формы. Одиннадцатая и двенадцатая цифры используются для кодирования опасных свойств и их комбинаций. Тринадцатая цифра используется для кодирования класса опасности для окружающей природной среды.

Учет отходов в ФККО ведётся с целью:

- организации учета видов отходов;
- формализации видов отходов;
- информационного обеспечения государственных органов исполнительной власти, а также формирующегося рынка отходов и вовлечения их в хозяйственный оборот в качестве сырья.

4. Федеральное государственное статистическое наблюдение в области обращения с отходами.

Во исполнение № 818-ПП РФ Государственный комитет Российской Федерации по статистике (Росгосстат) утвердил по представлению Министерства природных ресурсов Российской Федерации формы федерального государственного статистического наблюдения и определил порядок статистического учета в области обращения с отходами.

Индивидуальные предприниматели и юридические лица, осуществляющие деятельность в области обращения с отходами, должны заполнять форму статистического наблюдения N 2-ТП (отходы) и ежегодно представлять ее в территориальные органы Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (а материалы учета хранить в течение установленного срока). В свою очередь, Ростехнадзор осуществляет ежегод-

ный сбор данных об отходах, их обработку и систематизацию по нескольким основным параметрам — по классам опасности для окружающей природной среды, по отраслям производства и региональным признакам. На Ростехнадзор также возложена функция представления в установленном порядке данных федерального государственного статистического наблюдения заинтересованным органам власти и другим пользователям (потребителям) информации.

Нормативно-правовая база статистического учета в области обращения с отходами:

- Приказ Федеральной Службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 31 января 2007 г. № 39 «Об организации работ по осуществлению федерального государственного статистического наблюдения по форме N 2-ТП (отходы) «сведения об образовании, использовании, обезвреживании, транспортировании и размещении отходов производства и потребления»;

- Постановление Федеральной службы государственной статистики от 17 января 2005 г. № 1 «Об утверждении порядка заполнения и представления формы федерального государственного статистического наблюдения N 2-ТП (отходы) «Сведения об образовании, использовании, обезвреживании, транспортировании и размещении отходов производства и потребления»;

- Постановление Федеральной службы государственной статистики от 30 декабря 2004 г. № 157 «Об утверждении статистического инструментария для организации Ростехнадзором статистического наблюдения за отходами производства и потребления».

В рамках автоматизации задач учета, анализа и контроля в сфере обращения с отходами сегодня созданы и успешно функционируют следующие информационные ресурсы:

1. Единая государственная информационная система учета отходов от использования товаров (ФГИС ЕГИС УИТ). Основанием для разработки является Постановление Правительства РФ от 30 декабря 2015 г. № 1520. Система реализует государственный учет отходов и содержит информацию об отходах, о наличии мощностей основного технологического оборудования по обеспечению утилизации отходов, официальную статистическую информацию и иную информацию, предусмотренную законодательством Российской Федерации. Основной задачей системы является автоматизированный сбор статистической и иной документированной информации в сфере обращения с отходами, предусмотренной Федеральным законом «Об отходах производства и потребления», представляемой поставщиками информации, а также расчет размера экологического сбора и контроль соответствия сведений, представленных производителями и импортерами товаров, и информации об уплате экологического сбора, со-

держатся в Государственной информационной системе о государственных и муниципальных платежах.

2. Государственный реестр объектов размещения отходов (ГРОРО). Система обеспечивает учет объектов размещения отходов и ведется Росприроднадзором, доступ к информации открыт на сайте Федеральной службы. В состав ГРОРО входит следующая информация по объектам размещения отходов: название, реестровый номер, ближайший населенный пункт, код ОКАТО и сведения по видам отходов и их кодам.

3. Автоматизированная информационная система «АИС Обращение с отходами», обеспечивающая решение региональных задач в рамках обращения с отходами в рамках. Система реализована компанией «Большая Тройка» и Ассоциацией ЖКХ «Развитие». В задачи системы входит автоматизация подготовки территориальных схем обращения с отходами, расчет тарифов на вывоз отходов, зон деятельности региональных операторов и проектирование маршрутов вывоза отходов.

4. Государственная информационная система по состоянию промышленности России: сведения о состоянии промышленности и прогнозе ее развития; о субъектах деятельности в сфере промышленности; о прогнозах выпуска основных видов промышленной продукции и об их фактическом выпуске; об объемах импорта промышленной продукции в Россию. В эту систему включены данные об использовании ресурсосберегающих технологий и возобновляемых источников энергии, а также информация о государственных и муниципальных промышленных программах, о мерах стимулирования промышленности, о показателях эффективности этих мер и о кадровом потенциале и информационно-технические справочники по наилучшим доступным технологиям и о методических рекомендациях по их применению. Создателем и эксплуатантом «ГИСПромышленность» промышленности является Минпромторг. Создание и эксплуатация системы определяется 488-ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации».

Кроме государственных и региональных информационных ресурсов в настоящее время активно развиваются открытые информационные порталы и ресурсы, нацеленные на широкую аудиторию и обеспечивающие доступ к информации по данной тематике для всех заинтересованных групп пользователей. К наиболее известным можно, например, отнести открытые информационные ресурсы:

- Отраслевой портал «Отходы. Ру» [7];
- Национальное бюро по переработки отходов [6];
- Умная экология. Справочник отходов [9].

Несмотря на значительное количество информации о состоянии отрасли и важнейших показате-

лей объемов образования, хранения и переработки отходов, накопленной в перечисленных выше информационных ресурсах, необходимо отметить, что в них отсутствует единый комплексный подход к представлению сведений о пространственной привязке объектов, вовлеченных в оборот вторичных ресурсов [1, 2, 3, 8, 10]. Как правило, пространственные местоположения фиксируются с точностью до населенного пункта или официального адреса предприятия, что приводит к существенным ошибкам при представлении этой информации на карте для обоснованного планирования развития инфраструктуры или решения логистических задач.

Требования к структуре базы данных

Для обеспечения геоинформационного сопровождения управленческой деятельности по управлению отходами и вторичными ресурсами, картографическая база данных должна включать данные по местоположению и основным характеристикам источников, переработчиков и потребителей вторсырья на территории пилотного региона, а также существующие объекты захоронения отходов. Описание объектов инфраструктуры переработки вторичных ресурсов должно обеспечивать возможность визуализации объектов на карте [1, 5] и получения сведений о видах и потенциально возможных объемах производимых отходов, а также справочной информации по объекту. Таким образом, предложена структура картографической базы данных по объектам отраслевой инфраструктуры (рис. 1).

На рисунке 1 отображается информация о трёх видах объектов, а именно:

- предприятия переработчики;
- предприятия источники;

- объекты размещения отходов.

В каждой таблице, присутствуют столбцы с информацией о местонахождении объектов. Эти атрибуты позволят выполнить предварительное адресное геокодирование для получения предварительных координат объектов (предприятий и объектов размещения отходов). Кроме того, адресные данные позволят выполнять атрибутивный поиск — по названию населенного пункта, улице и др.

Предприятия источники и предприятия переработки имеют специальные столбцы с описанием производимого и перерабатываемого сырья. В дальнейшем, наличие сходств между источником и переработчиком по производимому и перерабатываемому сырью, заложит связь по вывозу и переработки определяемого ими вторсырья. Структура таблиц для описания объектов размещения отходов основана на составе ГРОРО и включает основные пункты реестра, описывающие местоположение характеристики объектов.

Описание технологии формирования картографической базы

Технология формирования картографической базы данных по объектам, вовлеченным в процессы образования и переработки отходов, включает следующие этапы и задачи:

1. Подготовка предварительного массива данных:
 - 1.1. Разработка структуры табличных форм для описания объектов;
 - 1.2. Поиск и заполнение информации по объектам на основе открытых Интернет-источников;

Рис. 1. Структура базы данных исследуемых объектов

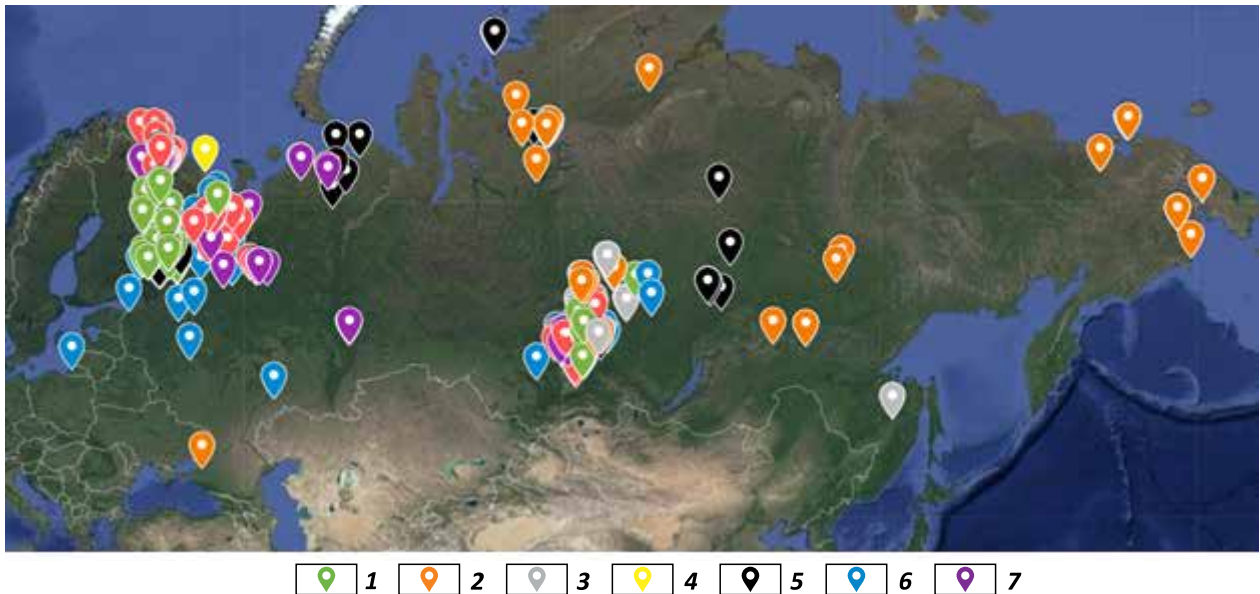
Fig. 1. Database structure of the objects under study

Предприятия переработчики	
ПК	наименование (текст, 254)
	улица (текст, 254)
	дом (текст, 15)
	Населенный пункт (текст, 100)
	ОГРН (число, 20)
	ИНН (число, 20)
	КПП (число, 20)
	Юридический адрес (текст, 254)
	Количество сотрудников (число, 20)
	Область (текст, 100)
	Вид (текст, 254)

Объекты размещения отходов	
ПК	наименование (текст, 254)
	номер объекта (текст, 254)
	Ближайший населенный пункт (текст, 254)
	ОКАТО (число, 20)
	Наименование эксплуатирующей организации (текст, 254)

Предприятия источники	
ПК	наименование (текст, 254)
	улица (текст, 254)
	дом (текст, 15)
	Населенный пункт (текст, 100)
	ОГРН (число, 20)
	ИНН (число, 20)
	КПП (число, 20)
	Юридический адрес (текст, 254)
	Вид продукта (текст, 254)
	Количество сотрудников (число, 20)
	Автоматизация (Логическое, да/нет)
	Класс опасности (текст, 254)
	Область (текст, 254)

Рис. 2. Предварительная карта источников, переработчиков вторсырья и объектов размещения отходов
Fig. 2. Preliminary map of waste sources, recyclers and disposal facilities



Месторазмещение отходов (1–4): 1 — ТБО, 2 — производственные отходы, 3 — отвалы горных пород, 4 — несанкционированные свалки; 5 — местоположение объекта требует уточнения; **предприятия (6–7):** 6 — источники образования отходов, 7 — переработчики вторсырья.

Waste disposal (1–4): 1 — domestic solid waste; 2 — industrial waste; 3 — rock dump; 4 — unauthorized landfill; 5 — the location of the object needs clarification; **factory (6–7):** 6 — source of waste; 7 — processors of recyclables.

1.3. Формирование предварительных картографических слоев на основе собранной информации.

2. Формирование итогового массива данных:

2.1. Загрузка подготовленных предварительных слоев в единое рабочее картографическое пространство и настройка их отображения;

2.2. Корректировка местоположений и пополнение картографических слоев на основе использования Интернет-ГИС сервисов.

Целью первого этапа является формирование набора необходимых и достаточных параметров первоначального описания объектов базы данных, которые можно заполнить на основании информации из открытых источников. Можно выделить следующие шаги: предварительный анализ сведений, имеющихся в интернет-источниках; выбор параметров для описания объектов и разработка правил их заполнения. Результатом данного этапа является набор таблиц, содержащих описание объектов в соответствии с выбранной структурой их атрибутов.

В ходе работ по формированию базы данных по объектам обращения с отходами проанализированы источники информации: Государственный реестр объектов размещения отходов; Единый реестр малых и средних предприятий и другие. На основе проведенного анализа сформированы предвари-

тельные перечни объектов и их атрибутов по заданной структуре (рис. 1). При формировании перечней объектов учитывались не только предприятия, расположенные в Арктической зоне РФ, но и более южные регионы. Это связано прежде всего с малым количеством заводов по переработки вторсырья, так как основные предприятия сосредоточены на более промышленно развитых территориях.

Далее с помощью процедуры пакетного геокодирования в программе QGIS табличные данные преобразованы в картографический формат шейп (*.shp) [1, 5]. После чего, с помощью формата kml, проведена загрузка слоев объектов на веб-карту Google.Мар, являющуюся общим порталом для работы с собранными данными.

Второй технологический этап включал оформление подготовленных слоев веб-карты, уточнение и корректировку местоположений объектов, устранение ошибок адресного геокодирования, неизбежных при использовании пакетного режима работы, а также пополнение базы данных по новым объектам.

При оформлении подготовленных слоев (рис. 2) использовался принцип классификации объектов по типу, а также точности определения его местоположения. На рисунке 2 также показана легенда картографических слоев.

Рис. 3. Свалки Ненецкого автономного округа
 Fig. 3. Landfills of the Nenets Autonomous Okrug

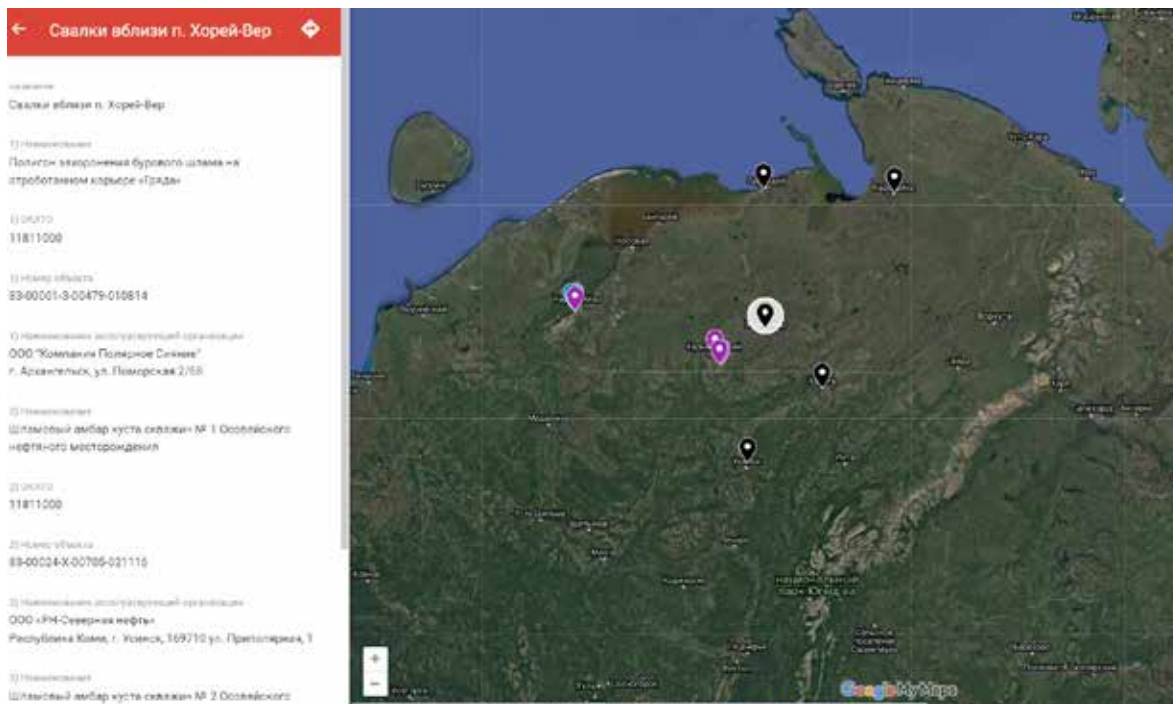
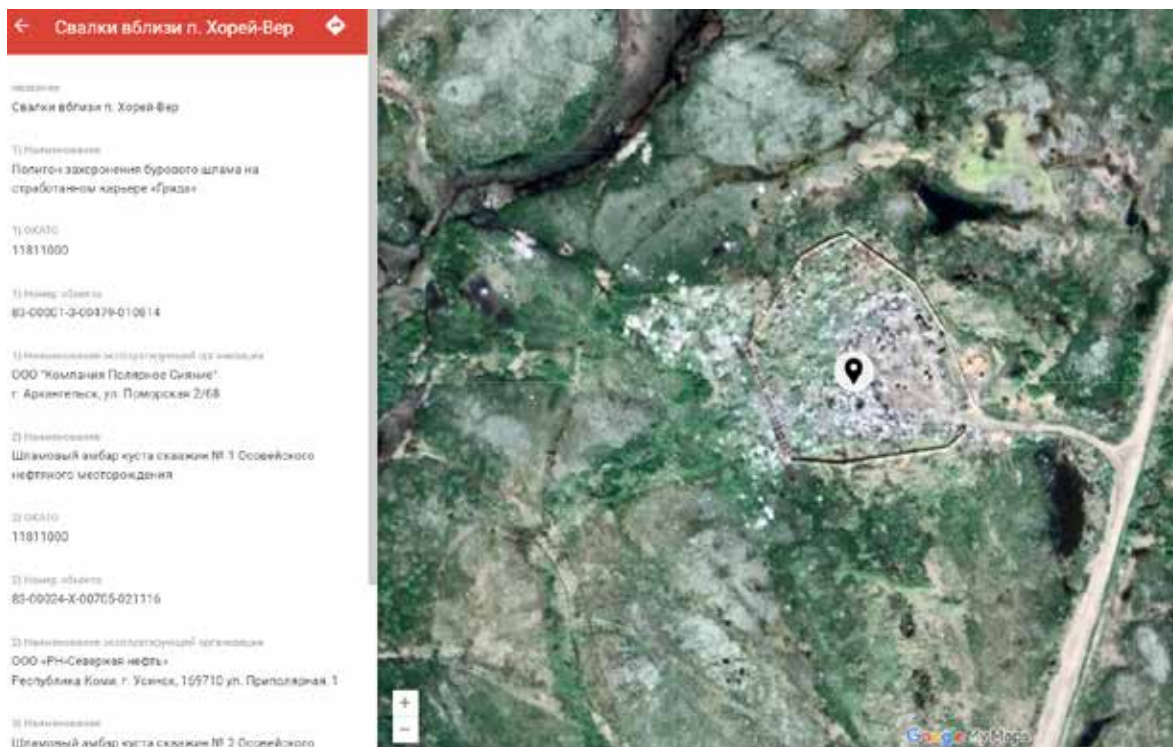


Рис. 4. Точное местоположение свалки ТБО вблизи п. Хорей-Вер, Ненецкий автономный округ
 Fig. 4. Exact location of MSW landfill near Khorey-Ver, Nenets Autonomous Okrug



На рисунке 3 представлен фрагмент карты портала Google Map, визуализирующий объекты на территории Ненецкого автономного округа на основе космоснимка с информацией по выбранному объекту — свалке вблизи поселка Хорей-Вер.

Наиболее трудоемким этапом работ являлась корректировка местоположений объектов. В особенности данный этап был важен для подготовки картографического слоя объектов размещения с отходами. Это связано с тем, что в ГРОРО отсутствует адресная привязка объектов, и точки располагались в центре населённых населённых в соответствии с описанием его местоположения в исходной таблице.

Точная локализация объектов выполнялась на основе оперативного анализа образов объектов с использованием спутниковых снимков, публикуемых сервисом Google.Satellite. Для ускорения этого трудоемкого этапа работы выполнялись силами студенческого коллектива на базе лаборатории ГИС-технологий Университета «Дубна» одновременно двумя группами участников проекта, каждая из которых отвечала за свой список регионов. Поэтому,

для контроля результатов по итогам выполнения работ предусматривалась перекрестная проверка: участники первой группы проверяли результаты корректировки, полученные второй группой, и наоборот. Перекрёстная проверка позволила устранить неточности и значительно снизить количество технических ошибок.


На рисунке 4 показано фактическое местоположение объекта «Свалка ТБО вблизи п. Хорей-Вер», откорректированное по космическому изображению.




Таким образом, на основе открытых карт Google и структурированной информации, представленной в виде базы данных, создана интерактивная карта, отображающая источники, переработки и объекты по размещению отходов. Карта охватывает более десяти регионов России, семь из которых являются регионами Арктической зоны РФ.




Основные результаты работы и перспективы развития технологии

Предлагаемая технология позволила в короткие сроки подготовить картографическую базу данных,

Табл. 1. Образы объектов размещения отходов на космоснимках
Tab. 1. Representations of waste disposal objects on space images

Название объекта	Объект на карте
<p>Полигон для твёрдых бытовых (коммунальных) отходов — специальное сооружение, предназначенное для изоляции и обезвреживания ТБО (ТКО). Полигоны могут быть организованы для любых по величине населённых пунктов.</p>	

Название объекта	Объект на карте
<p>Полигон промтоходов — специальное сооружение, предназначенное для изоляции промышленных отходов.</p>	
<p>Золошлакоотвал — гидротехническое сооружение, предназначенное для складирования золы и шлака с тепловой электростанции.</p>	
<p>Отвал горных пород — размещение на поверхности пустых (вскрышных) пород или некондиционного минерального сырья, а также хвостов обогатительных фабрик, отходов или шлаков от различных производств и сжигания твёрдого топлива. Отвалообразование является завершающим этапом вскрышных работ на карьерах.</p>	

Название объекта	Объект на карте
	
<p>Лагуны жидких стоков (свиноводческий комплекс) — сооружение для сбора, хранения, обеззараживания стоков животноводческих ферм.</p>	
<p>Хвостохранилище — комплекс специальных сооружений и оборудования, предназначенный для хранения или захоронения радиоактивных, токсичных и других отвальных отходов обогащения полезных ископаемых (такие отходы именуют хвостами). Нагорно-обогатительных комбинатах (ГОК) из поступающей добытой руды получают концентрат, а отходы переработки перемещают в хвостохранилище.</p>	

включающую точные местоположения и основную информацию по объектам, вовлеченным в инфраструктуру обращения с отходами и вторичными ресурсами. Объем подготовленных слоев составляет 485 объектов, включая 150 предприятий и 335 объектов размещения отходов.

Библиотека образов, созданная в процессе выполнения работ, содержит краткие описания основных типов искомым объектов, а также примеры их отображения на космоснимках в разных масштабах (таблица 1). Эти материалы могут быть полезными при проведении подобных работ по другим территориями [3, 4, 5], а также использоваться в рамках образовательного процесса для освоения возможностей ГИС и дистанционного зондирования в задачах природопользования и управления территориями.

В качестве перспективных задач в развитие данного направления можно выделить:

- разработку интеграционных сервисов для подключения к геопорталу для автоматического отображения объектов базы данных во внешних информационных ресурсах;
- расширение библиотеки образов изображений техногенных объектов и создание на их основе алгоритмического обеспечения для автоматизированного распознавания образов на космических спектрально-зонированных снимках для мониторинга изменения ситуации;
- разработку новых образовательных программ и подготовку тренировочных материалов в рамках подготовки профессиональных кадров по применению современных геоинформационных технологий в задачах управления развитием территорий.

Список источников

1. Быков М.А. Разработка элементов геоинформационной системы для решения задач управления отходами и вторичными ресурсами: постановка задачи и информационно-статистический анализ // Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление. – 2021. – Т. 17. – Вып. 2 (51). – С. 22–29.
2. Игнатьева А.В., Кнауб Р.В. Анализ природно-техносферной безопасности субъектов Сибирского федерального округа России с использованием методологии INFORM // Успехи современного естествознания. – 2021. – № 12. – С. 120–126. DOI: 10.17513/use.37746.
3. Кнауб Р.В., Шамаева Е.Ф., Попов Е.Б. Устойчивое региональное развитие арктических территорий в контексте безопасности // Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление. – 2019. – Т. 15. – Вып. 3 (44). – С. 5–37.
4. Любимова А.В., Хромова Н.Ю. Комплексный анализ возможностей ГИС-пакетов для решения картографических задач в сфере природопользования // Геоинформатика. – 2020. – № 2. – С. 11–19.
5. Любимова А.В., Шамаева Е.Ф., Быков М.А. Картирование объектов обращения с отходами и вторичного сырья на примере Арктической зоны России // Геоинформатика. – 2021. – № 3. – С. 48–54. DOI: 10.47148/1609-364X-2021-3-48-54.
6. Национальное бюро по переработке отходов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.nbpo.ru> (дата обращения: 25.01.2022).
7. Отраслевой портал «Отходы.Ру» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://waste.ru> (дата обращения: 25.01.2022).
8. Преликова Е.А., Юшин В.В., Вертакова Ю.В. Эколого-экономические приоритеты раздельного сбора отходов // Лесотехнический журнал. – 2019. – Т. 9. – № 1 (33) – С. 187–195. DOI: 10.12737/article_5c92017294e4b5.84748067 .
9. Умная экология [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://clevereco.ru/> (дата обращения: 25.01.2022).
10. Troschinetz A.M. Twelve factors influencing sustainable recycling of municipal solid waste in developing countries. – Master's Thesis. – Houghton: Michigan Technological University, 2005. – 152 p .

References:

1. Bykov M.A. Development of geoinformation system elements for solving the problems of waste and secondary resources management: problem statement and information statistical analysis. *Sustainable innovative development: design and management*. 2021;17(2):22–29.
2. Ignateva A.V., Knaub R.V. Analysis of natural and technospheric safety of subjects of the Siberian Federal District of Russia using the INFORM methodology. *Advances in current natural sciences*. 2021;12:120–126. DOI: 10.17513/use.37746.
3. Knaub R.V., Shamaeva E.F., Popov E.B. Sustainable regional development of the Arctic territories in the security context. *Sustainable innovative development: design and management*. 2019;15(3):5–37.
4. Lyubimova A.V., Khromova N.Y. Comprehensive analysis of GIS package features for solving cartographic problems in the field of natural resource management. *Geoinformatika*. 2020;2:11–19.
5. Lyubimova A., Shamaeva E., Bykov M. Mapping of waste and secondary resources management facilities on the example of the Arctic zone of Russia. *Geoinformatika*. 2021;3:48–54. DOI: 10.47148/1609-364X-2021-3-48-54.
6. Natsional'noe byuro po pererabotke otkhodov [National Waste Treatment Office]. Available at: <http://www.nbpo.ru> (accessed 25.01.2022).
7. Otrasl'evoy portal «Otkhody.Ru» [Industry portal “Waste.Ru”]. Available at: <http://waste.ru> (accessed 25.01.2022).
8. Prelikova E., Yushin V., Vertakova Yu. Environmental and economic priorities of separate waste collection. *Forestry Engineering Journal*. 2019;9(1):187–195. DOI: 10.12737/article_5c92017294e4b5.84748067.
9. Umnaya ekologiya [Smart ecology]. Available at: <https://clevereco.ru/> (accessed 25.01.2022).
10. Troschinetz A.M. Twelve factors influencing sustainable recycling of municipal solid waste in developing countries. Master's Thesis. Houghton; Michigan Technological University, 2005. 152 p.

Статья поступила в редакцию 17.01.2022, одобрена после рецензирования 10.02.2022, принята к публикации 10.03.2022.
The article was submitted 17.01.2022; approved after reviewing 10.02.2022; accepted for publication 10.03.2022.

Информация об авторах

Любимова Анна Владимировна

Кандидат технических наук,
заведующий отделом ГИС и цифровой картографии отделения
Геоинформатики ФГБУ «ВНИГНИ»,
117105, Москва, Варшавское шоссе, д. 8
Заведующий кафедрой геоинформационных систем и
технологий института системного анализа и управления
Государственного университета «Дубна»,
141980, Дубна, Московская обл., ул. Университетская, д. 19
e-mail: a.lyubimova@geosys.ru
ORCID: 0000-0002-8075-937X

Шамаева Екатерина Федоровна

Кандидат технических наук,
доцент кафедры геоинформационных систем и технологий
института системного анализа и управления Государственного
университета «Дубна»,
141980, Россия, Дубна, Университетская ул., д. 19
e-mail: bb@uni-dubna.ru
ORCID 0000-0002-1070-8550

Быков Максим Александрович

Магистр кафедры геоинформационных систем и технологий
института системного анализа и управления Государственного
университета «Дубна»,
141980, Россия, Дубна, Университетская ул., д. 19
e-mail: bikov-max@bk.ru

Соколов Алексей Сергеевич

Старший преподаватель кафедры геоинформационных систем
и технологий института системного анализа и управления
Государственного университета «Дубна»,
141980, Россия, Дубна, Университетская ул., д. 19

Information about authors

Anna V. Lyubimova

Candidate of Technical Sciences
Head of GIS and Digital Cartography Division of Geoinformatics
Department of FSBI "VNIGNI",
8, Varshavskoe shosse, Moscow, 117105, Russia
Head of the Department of Geoinformation Systems and Tech-
nologies of the Institute of System Analysis and Management of
the State University "Dubna",
19, Universitetskaya str., Dubna, Moscow region, 41980, Russia
e-mail: a.lyubimova@geosys.ru
ORCID: 0000-0002-8075-937X

Ekaterina F. Shamaeva

Candidate of Technical Sciences
Associate Professor of the Department of Geoinformation Systems
and Technologies of the Institute of System Analysis and
Management of the State University "Dubna",
19, Universitetskaya str., Dubna, Moscow region, 141980, Russia
e-mail: bb@uni-dubna.ru
ORCID 0000-0002-1070-8550

Maxim A. Bykov

Master of the Department of Geoinformation Systems and
Technologies of the Institute of Systems Analysis and Management
of the State University "Dubna"
19, Universitetskaya str., Dubna, Moscow region, 141980, Russia
e-mail: bikov-max@bk.ru

Alexey S. Sokolov

Senior Lecturer of the Department of Geoinformation Systems and
Technologies of the Institute of System Analysis and Management,
of the State University "Dubna",
19, Universitetskaya str., Dubna, Moscow region, 141980, Russia