

Система управления оборотом жидких отходов в регионе

В.Г. Тарасенко¹, Д.А. Скоробогатченко², И.В. Крылов³

¹ООО «РосПромЭко»

²Волгоградский государственный технический университет

³Волгоградский государственный университет

Аннотация: Предложена комплексная автоматизированная система по контролю за образованием, транспортировкой, обработкой и обезвреживанием жидких отходов производства и потребления в регионе. Разработанная авторами система позволяет на единой информационной основе объединить перевозчиков жидких отходов, места их образования, приема и обезвреживания. В статье подробно рассмотрено программное обеспечение для автоматизированной станции приема и обезвреживания жидких отходов, а также web-оболочка, позволяющая цифровизировать объекты коммунальной инфраструктуры, на территории которых осуществляется деятельность по обработке, обезвреживанию, утилизации жидких отходов. Указываются инструменты и технологии, использованные при разработке автоматизированной системы. В заключительной части работы представлено программное обеспечение по маршрутизации транспортирования жидких отходов и охарактеризованы мобильные приложения перевозчиков и отходообразователей для взаимодействия между системой и её клиентскими приложениями.

Ключевые слова: автоматизированная система, управление, жидкие отходы, производства, потребление, обезвреживание.

Введение

На сегодняшний день в подавляющей части регионов нашей страны сложилась проблема, заключающаяся в несоответствии фактической практики оборота жидких отходов производства и потребления современным требованиям по их приему и обезвреживанию.

Результатами отсутствия своевременного решения указанной проблемы является серьезная опасность заражения грунта, подземных и поверхностных вод, представляющая реальную угрозу жизни и здоровью людей. Помимо социально-экологического ущерба, существующая в регионах практика оборота жидких отходов приводит к экономическим потерям. В частности, администрация регионов недополучает налоговые поступления от теневого рынка серых перевозчиков отходов, а также экологические выплаты от отходообразующих предприятий, декларирующих несоответствующие действительности объемы образования отходов. Кроме

этого следует отметить экономический ущерб, наносимый инфраструктуре очистных сооружений незаконными сбросами жидких отходов.

Одним из перспективных направлений решения указанной проблемы является разработка комплексной территориальной системы управления оборотом жидких отходов в регионе.

На основе анализа практики разработки систем управления отходами следует отметить, что существует множество решений в области управления твердыми бытовыми отходами как в России [1, 2], так и за рубежом [3, 4]. Основными компонентами подобных систем является цифровизация управления оборотом отходов, электронные карты обслуживаемых территорий, навигационные системы с подключением транспортных средств, электронная маркировка отходов и мест образования, маршрутизация транспортировки отходов, а также логистика [5, 6]. Однако в сфере управления жидкими отходами имеются лишь частные решения, касающиеся логистики, транспортировки или утилизации тех или иных видов жидких отходов производства и потребления [7, 8]. Таким образом, в сфере управления жидкими отходами производства и потребления в настоящее время отсутствует комплексная модель регионального оператора, предназначенная для совершенствования информационного обеспечения принятия решений в системе контроля загрязнения природной среды. Даже в крупнейших городах России нет единой утвержденной схемы отношений между образователями отходов, специализированными перевозчиками, а также ресурсоснабжающими организациями жидких бытовых отходов [9].

Следовательно, в настоящее время особую актуальность приобретает разработка системы регулирования всех процессов, связанных с образованием, сбором, хранением, транспортированием, переработкой, утилизацией и размещением жидких отходов производства и потребления. Концепция ее проектирования предусматривают разработку системы

связанных в единое целое организационно-управленческих, правовых, нормативно-методических, технических и экономических средств по обращению с жидкими отходами, ведению их мониторинга, выполнение и реализацию перспективных научных разработок, направленных на повышение технического уровня переработки отходов, а также совершенствование информационного обеспечения с учетом целей Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 г [10, 11].

Целью работы является разработка автоматизированной системы контроля образования, транспортировки, обработки и обезвреживания жидких отходов (далее «системы КОТОиОЖО»), позволяющей управлять деятельностью всех участников процесса обращения с жидкими отходами на основе точных данных.

Достижение поставленной цели позволит на единой методической основе объединить перевозчиков, места образования, приема и обезвреживания жидких отходов, а также управлять процессом оборота жидких отходов в регионе. Кроме этого, внедрение предлагаемой системы позволит отслеживать количество принятых отходов на станциях обезвреживания компании, занимающейся приемом жидких отходов с указанием перевозчика и транспорта.

1. Описание архитектуры системы КОТОиОЖО

Разработанная система связывает на единой программной основе станции по приему и обезвреживанию жидких отходов, отходообразующие предприятия, и перевозчиков (см. рис. 1).

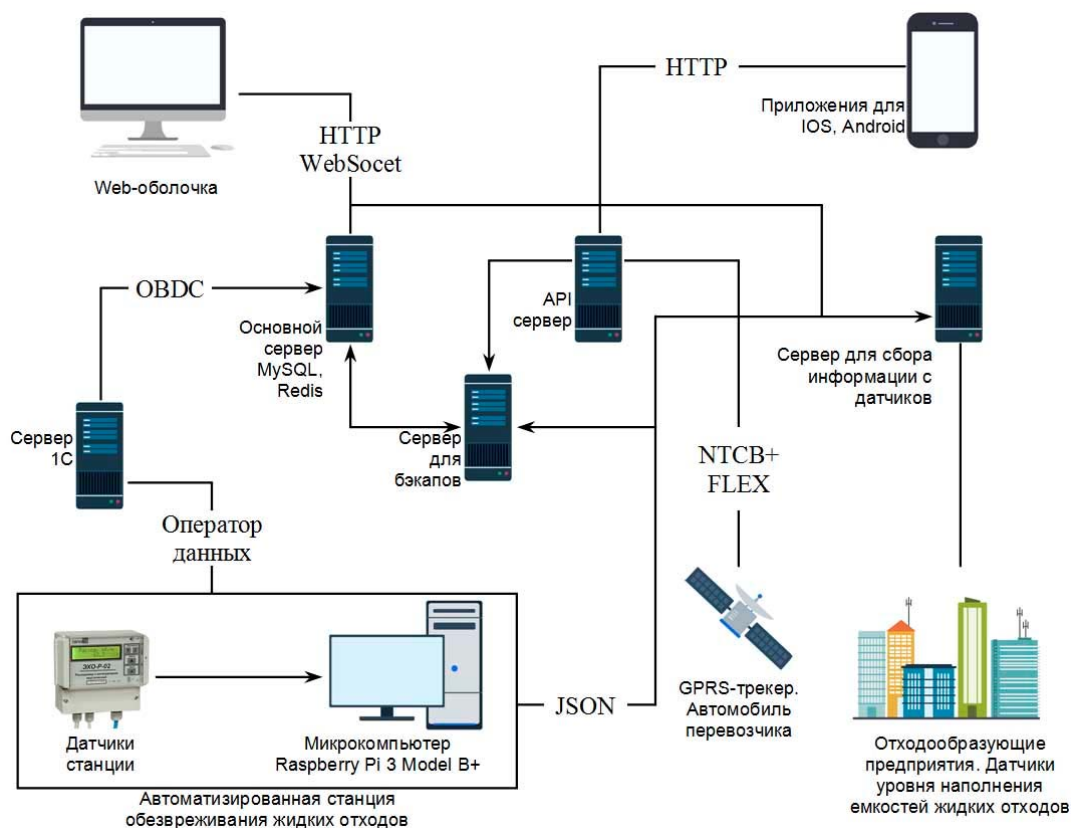


Рис. 1. – Общая структура автоматизированной системы КОТОиОЖО

Одним из центральных элементов системы является автоматизированная станция приема и переработки жидких отходов, разработанная и внедренная компанией ООО «РосПромЭко». На станции предусмотрен блок датчиков, который производит замеры по следующим параметрам: реакция среды (число рН), температура ($^{\circ}\text{C}$), удельная электропроводность среды (мкСм/см), процент содержания в среде нефтепродуктов (%), химическое потребление кислорода (мг/л), биологическое потребление кислорода (мг/л), взвешенные вещества (мг/л).

Обезвреживание жидких отходов осуществляется комплексом процессов, которые можно условно разделить на механическую очистку и электрохимическое обезвреживание (см. рис. 2).

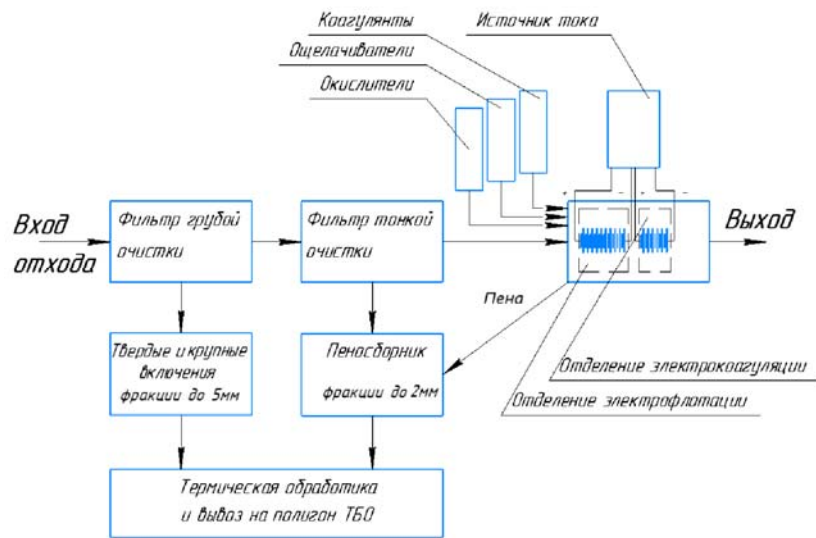


Рис. 2. – Технологическая схема мобильного комплекса ВИОНИТ

Соединение датчиков происходит по интерфейсу RS-485, а передача данных осуществляется по протоколу Modbus TCP и Modbus RTU. На высоком уровне расположены RFID считыватель, монитор, модуль передачи GSM, камера видеонаблюдения, и компьютер Raspberry Pi 3 model b+ (см. рис. 3).

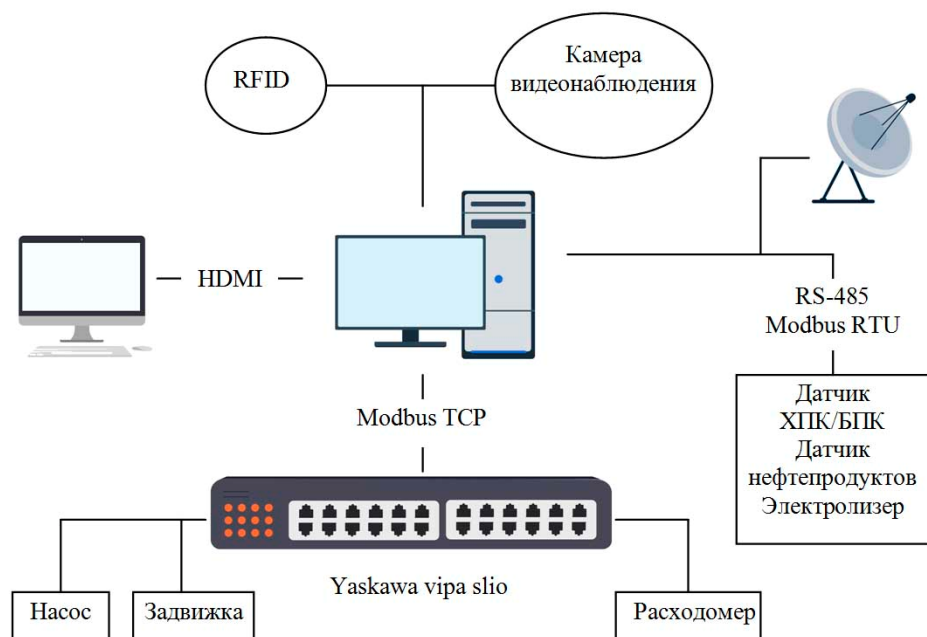


Рис. 3. – Структура модуля обработки данных на станции приема жидких отходов

На основе данных, поступающих от датчиков, анализирующих параметры жидких отходов, подаваемых на станцию, выбирается режим обезвреживания (параметры плотности тока и напряжения).

На автомобили перевозчиков установлены GPS-трекеры для отслеживания местоположения автомобиля, отображения его на картографическом сервисе и оптимального назначения заказов через мобильное приложение. Связь осуществляется по протоколу NTCB, сервер получает сообщения в формате FLEX и сохраняет данные геопозиционирования.

У отходообразующего предприятия установлены датчики уровня наполнения емкости. Они позволяют автоматизировать процесс формирования заказов от отходообразующих предприятий. Как альтернатива для отходообразователя на платформах IOS, Android разработаны мобильные приложения для формирования заявок. Структура базы данных организована в виде реляционной системы управления MySQL 8.0.16.

2. Администрирование и представление данных в системе КОТОиОЖО

Модуль администрирования системы позволяет управлять содержимым веб-оболочки. Карта модуля администрирования состоит из страниц: настройки, ошибки, роли, разделы, движки, поддомены, синхронизация, виды отходов, виды деятельности, хранение отходов, события и чек-листы, диспетчерские места. Модуль позволяет подключать к системе новых партнеров, делегировать им управление проектом в отведенных областях (например, новый город), используя весь доступный функционал в системе.

При реализации функционала web-оболочки в качестве основного языка программирования использовался php. Кроме этого, были использованы следующие технологии: фреймворки bootstrap, jQuery,

почтовый сервер dovecot и сервис smsc.ru, протокол websocket, взаимодействие по API с сервисом dadata.ru и Яндекс.Карты. Рассмотрим функционал, реализованный с помощью перечисленных технологий.

После входа в систему отображаются следующие разделы: персонал, перевозчик, карта, отдел безопасности (см. рис. 4). Страница «персонал» состоит из списка сотрудников. Раздел «перевозчик» позволяет управлять перечнем перевозчиков.

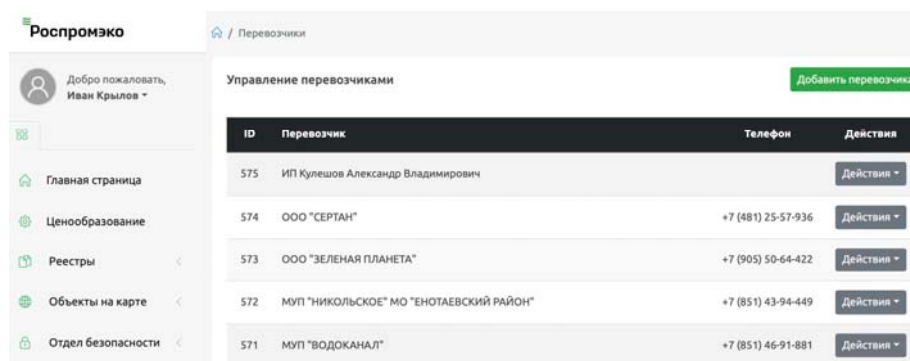


Рис. 4. – Раздел «перевозчики» на главной странице

Раздел «карта» позволяет просматривать информацию на картографическом сервисе и наносить новые объекты на карту по типам – отходообразующие предприятия, отходоутилизирующие предприятия, места хранения отходов (см. рис. 5).

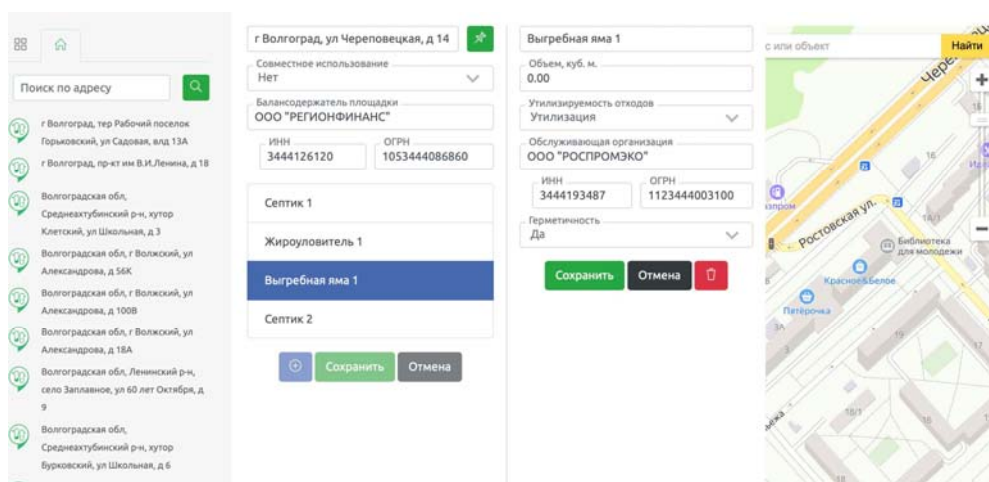


Рис. 5. – Добавление отходообразующего объекта на карту

В качестве картографического сервиса используется карты Яндекс.

Навигационное меню мобильного приложения для водителя представлено на рис. 6. При переходе на вкладку личного кабинета отображается: ФИО водителя его рейтинг на основе оценок пользователей по выполненным заказам, количество вызовов, процент выполненных и принятых заказов, пробег, среднее время на выполнение откачки, среднее время на слив отходов.

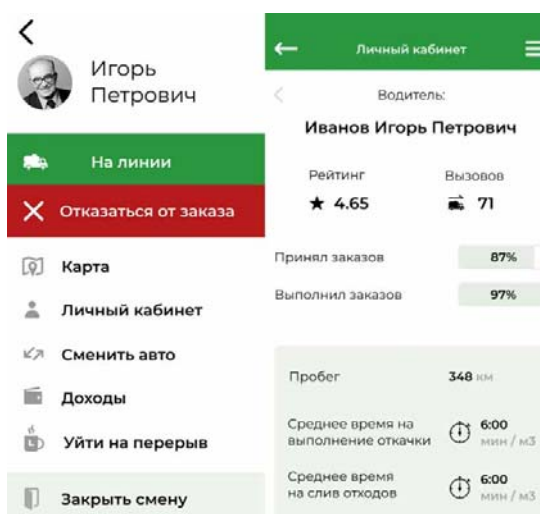


Рис. 6. – Общий вид навигационного меню и личного кабинета для мобильного приложения.

При наличии датчика на септике у отходообразователя будет сформирована ориентировочная стоимость. При отсутствии датчика на септике необходимо заполнить специальную форму в мобильном приложении, включающую помимо прочих сведений предполагаемый к откачке объем отходов.

3. Модуль обмена данных с CRM и система маршрутизации

В целях повышения эффективности функционирования сотрудников коммерческого отдела в системе реализован модуль обмена информацией с клиентской базой CRM Vitrix24 (см. рис. 7).

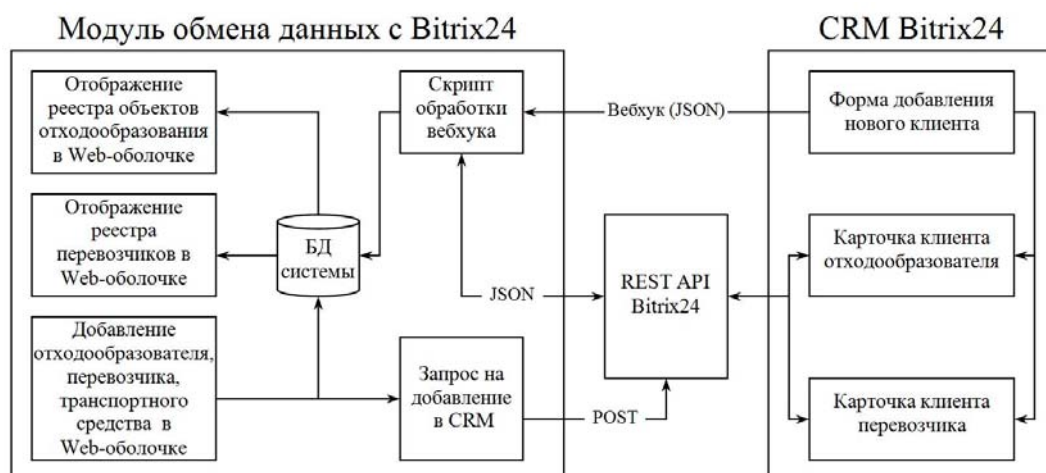


Рис. 7. – Структура модуля обмена данными системы с Bitrix24

Модуль предполагает двухсторонний обмен данными с Bitrix24 (рис. 8). При добавлении отходаобразующего предприятия или перевозчика в web-оболочке формируется запрос на добавление в карточку клиента CRM Bitrix24 через REST API. Модуль обмена данными системы формирует реестры перевозчиков и отходаобразующих предприятий с помощью скрипта обработки на языке php и REST API. Обмен информации происходит в формате JSON. В свою очередь в карточку клиента Bitrix24 записывается информация в случае регистрации нового перевозчика или отходаобразующего предприятия через web-оболочку.

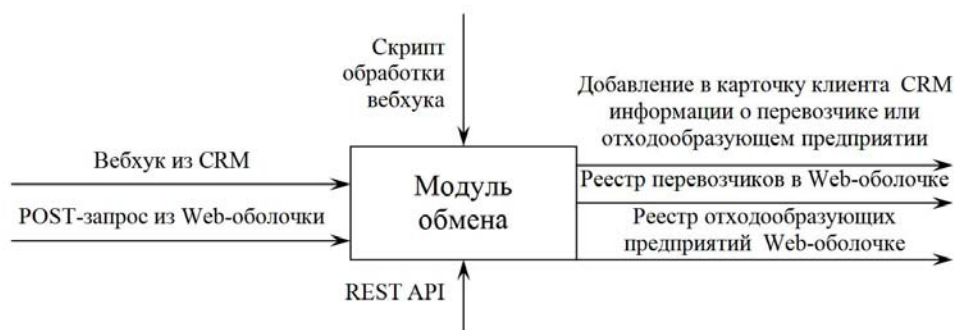


Рис. 8. – Схема входных и выходных данных модуля обмена

Модуль маршрутизации системы обеспечивает построение оптимальных маршрутов транспортных средств по сформированным заявкам на транспортирование жидких отходов, а также позволяет осуществлять контроль за передвижением транспортных средств.

При назначении транспортного средства на заявку учитывается: расстояния до места сбора жидких отходов, объем свободного места в автомобиле, заявленный объем к сбору от клиента, рейтинг водителя (см. рис. 9).



Рис. 9. – Схема входных и выходных данных модуля маршрутизации

В системе предусмотрено несколько способов формирования заявок для построения маршрутов на транспортирование жидких отходов: пользователем через клиентское приложение, диспетчером через web-оболочку системы, автоматически на основе показания датчика септика. Поскольку анализ заказа через клиентское приложение представлен выше, рассмотрим оставшиеся два способа.

Рабочее место диспетчера в web-оболочке системы позволяет контролировать выполнение текущих заявок и создавать новые полученные

по телефону. Создание новой заявки состоит из заполнения вкладок: информация, заявка, комментарий, расчет (см. рис. 101).

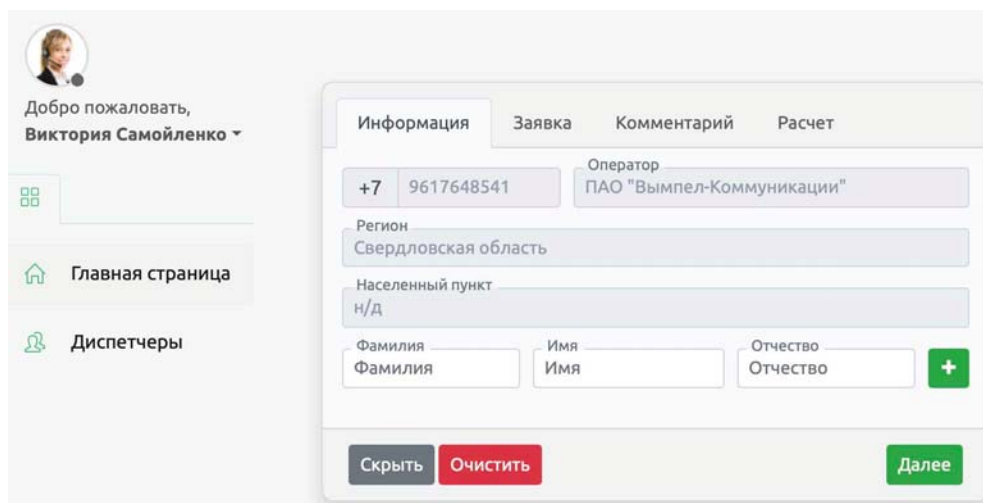


Рис. 10. – Формирование заявки диспетчером через web-оболочку

При автоматическом формировании заявки на вывоз используются показания датчика, установленного на септик. На картографическом сервисе такие датчики отмечены специальной иконкой (см. рис. 12). Заявка на вывоз отходов формируется автоматически при заполнении 90% от максимальной емкости резервуара.

Для обеспечения контроля разработан отдел безопасности, который состоит из трех вкладок: служебный транспорт, обстановка, история передвижений.

Выводы и обсуждения

В ходе НИОКР работ была спроектирована и реализована автоматизированная система контроля образования, транспортировки, обработки и обезвреживания жидких отходов, а именно:

1. Создана база данных, способная обеспечить формирование реестров перевозчиков, транспортных средств, мест образования, приема и обезвреживания жидких отходов.

2. Разработано программное обеспечение для автоматизированной станции приема и обезвреживания жидких отходов, позволяющее на основании информации от датчиков выбирать режим работы.

3. Реализована web-оболочка, которая позволяет наносить на карту новые объекты коммунальной инфраструктуры, на территории которых осуществляется деятельность по обработке, обезвреживанию, утилизации отходов. Реализован функционал по регистрации в системе хозяйствующих субъектов, обеспечивающих транспортировку жидких отходов, а также объектов образования и хранения отходов.

4. Настроена интеграция картографического сервиса через API Яндекс.Карты, а также обмен информации с CRM Bitrix24.

5. Разработан модуль маршрутизации, позволяющий осуществлять формирование оптимальных логистических маршрутов транспортирования жидких отходов.

6. Разработано 4 клиентских приложения системы (по два для водителя и отходообразователя), функционирующих на базе операционной системы iOS и Android. Для клиент-серверного взаимодействия между системой и её клиентскими приложениями разработано сетевое приложение.

Статья подготовлена при поддержке Фонда содействия инновациям, договор 528ГРНТИС5/49499 от 23.09.2019

Литература

1. Жукова Н.С., Самарская Н.С. Экологические и экономические особенности системы обращения с твердыми отходами потребления // Инженерный вестник Дона 2014, № 3. URL:ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_49_Zhukova.pdf_2488.pdf

2. Ханс В., Стародубец Н.В. Управление твердыми коммунальными отходами в соответствии с критериями экономики замкнутого цикла: на примере России // Экономика региона. 2020. №3. С. 725-738.

3. Akinsemolu A.A. Waste Management. The Principles of Green and Sustainability Science. Singapore: Springer, 2020. 407 p.
 4. Rahman Md. W., Islam R., Hasan A., Bithi N.I., Hasan Md. M., Rahman M. M. Intelligent waste management system using deep learning with IoT // Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences, 2020. P. 1-16.
 5. Вайсман Я.И., Куликова Ю.В., Тагилова О.А., Хохрякова Я.С. Основные направления использования информационных технологий в сфере управления движением твердых бытовых отходов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. 2013. № 1(9). С. 147-164.
 6. Дроздов А.А., Миронюк В.П., Цыплаков В.Ю. Повышение эффективности системы двухэтапной транспортировки: на примере управления твердыми муниципальными отходами // Инженерный вестник Дона 2012, № 4(1). URL:ivdon.ru/uploads/article/pdf/113.pdf_1078.pdf
 7. Щербина Е.В., Ковальская А.И. Основы концепции комплексного управления обращением с иловыми осадками для обеспечения экологической безопасности в городском хозяйстве // Вестник евразийской науки. 2012. №4 (13). С. 109.
 8. Андосова Н. Ю. Разработка организационно-функциональной структуры логистической системы управления жидкими радиоактивными отходами // Успехи в химии и химической технологии. 2010. №10 (115) С. 64-68.
 9. Трейман М.Г., Индучный П.Ю. Управление жидкими бытовыми отходами с экономических и логистических позиций в мегаполисе // Экономика и экологический менеджмент. 2019. №1. С. 126-138.
-



10. Цховребов Э.С. Формирование региональных стратегий управления обращением с вторичными ресурсами // Вестник МГСУ. 2019. Т. 14. Вып. 4. С. 450–463.

11. Липаев А.А. Концепции и структура системы управления отходами // Управление техносферой: электрон. журнал. 2020. Т.3. Вып.2. С. 137-158.

References

1. Zhukova N.S., Samarskaya N.S. Inzhenernyj vestnik Dona 2014, № 3. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_49_Zhukova.pdf_2488.pdf
2. Khans V., Starodubets N.V. Ekonomika regiona. 2020. №3. pp. 725-738.
3. Akinsemolu A.A. Waste Management. The Principles of Green and Sustainability Science. Singapore: Springer, 2020. 407 p.
4. Rahman Md. W., Islam R., Hasan A., Bithi N.I., Hasan Md. M., Rahman M. M. Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences, 2020. P. 1-16.
5. Drozdov A.A., Mironyuk V.P., Tsyplakov V.YU. Inzhenernyj vestnik Dona 2012, № 4(1). URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/113.pdf_1078.pdf
6. Vaysman YA.I., Kulikova YU.V., Tagilova O.A., Khokhryakova YA.S. Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Prikladnaya ekologiya. Urbanistika. 2013. № 1(9). pp. 147-164.
7. Shcherbina Ye.V., Koval'skaya A.I. Vestnik yevraziyskoy nauki. 2012. №4 (13). pp. 109.
8. Andosova N. YU. Uspekhi v khimii i khimicheskoy tekhnologii. 2010. №10 (115) pp. 64-68.
9. Treyman M.G., Induchnyy P.YU. Ekonomika i ekologicheskiy menedzhment. 2019. №1. pp. 126-138.
10. Tskhovrebov E.S. Vestnik MGSU. 2019. Т. 14. Vyp. 4. S. 450–463.
11. Lipayev A.A. Upravleniye tekhnosferoy: elektron. zhurnal. 2020. Т.3. Vyp.2. pp. 137-158.