

ZuluGIS является отличным инструментом для создания электронных моделей систем водоснабжения и водоотведения. Большой функционал программы включает следующие возможности: встроенный графический редактор, который позволяет создавать новые объекты и редактировать существующие; встроенные средства визуализации данных, тематические раскраски, надписи и режим псевдо-3d; графические данные в ZuluGIS организованы в виде слоев.

Перечисленные факторы делают систему ZuluGIS уникальной и необходимой для качественной разработки электронных моделей.

EPANET – это компьютерная программа, которая осуществляет моделирование гидравлического режима и качества воды за длительный период в напорной трубопроводной сети. Сеть состоит из труб (соединений труб), насосов, задвижек и резервуаров воды.

Программа EPANET отслеживает расход воды в каждой трубе, давление в каждом узле, напор воды в каждом резервуаре и концентрацию химических веществ по всей сети в течение периода моделирования, состоящего из множества временных отрезков. Также можно произвести моделирование периода пребывания воды в сети и мониторинга источника. Программа спроектирована как исследовательский инструмент с целью улучшить понимание состояния и движения питьевой воды в распределительной системе. Программа может быть использована для различных приложений при анализе распределительной системы [2].

EPANET предоставляет следующие возможности моделирования: гидравлическое моделирование, которое осуществляет анализ сети любого размера без ограничений; моделирует движение по времени не реагирующих индикаторных добавок в сети; моделирует движение и изменение концентрации реагентов по времени; моделирует время пребывания воды в сети.

Данные факторы показывают, насколько широко может использоваться программное обеспечение EPANET в моделировании инженерных сетей водоснабжения и водоотведения.

Электронная модель систем водоснабжения и водоотведения ВКХ позволяет оптимизировать производственные процессы, тестировать и выбирать наиболее оптимальные проектные решения по модернизации системы для повышения общей эффективности работы.

Разработанное программное обеспечение предоставляет пользователю возможность исследовать свойства или поведение системы водоснабжения в условиях, которые нецелесообразно или невозможно воспроизвести на практике, а также моделировать разного рода возмущения с целью оценки их влияния на режим работы сети.

Использование оптимальных программных ресурсов для достижения поставленных задач является важнейшим фактором успешной цифровизации. Важно ознакомиться с функционалом программного обеспечения и его преимуществами для выбора подходящего к текущей задаче.

Программы ZuluGIS и EPANET имеют очень развитый функционал, необходимый для моделирования инженерных сетей водоснабжения и водоотведения. Полученные данные можно использовать для подбора наиболее оптимального программного ресурса при разработке электронных моделей.

Список литературы

1 Политерм [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.politerm.com/products/geo/zulugis/>. – Дата доступа : 12.03.2024.

2 Акватек [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://akvatek.ru/production/epanet-2>. – Дата доступа : 12.03.2024.

УДК 504.064.3

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИБОРНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА БАЗЕ БПЛА

И. И. ГАВРИЛИН, С. В. СИМАНОВИЧ

*Уральский государственный университет путей сообщения, г. Екатеринбург,
Российская Федерация*

В условиях глобального экологического кризиса обеспечение экологической безопасности объектов транспортной инфраструктуры становится неотъемлемой составляющей национальной безопасности. В связи с этим разработка и внедрение доктринальных основ в этой области являются приоритетной задачей для органов государственной власти [1]. Решение этой стратегически значи-

мой задачи требует изменения устоявшихся принципов экологического мониторинга с пассивных, направленных на констатацию фактов загрязнения окружающей среды, на активные, обеспечивающие точное прогнозирование и предупреждение возникновений зон загрязнения. Комплексный подход, включающий разработку эффективной правовой базы, использование научных разработок и внедрение инновационных технологий, позволит обеспечить проведение инвентаризации объектов транспортной инфраструктуры, загрязняющих окружающую среду выбросами вредных и (или) опасных веществ, максимально объективно и оперативно, в превентивном ключе [2].

Рост объемов перевозок приводит к увеличению потребления природных ресурсов и вредных выбросов в окружающую среду, а также к увеличению стационарных объектов транспортной инфраструктуры, которые выбрасывают опасные вещества. Согласно Федеральному закону № 16-ФЗ «О транспортной безопасности», к таким объектам относятся локомотивно-вагоноремонтные заводы, котельные и другие. Федеральный закон № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» обязывает инвентаризировать источники выбросов, а закон № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» требует включения данных о выбросах в программу производственного экологического контроля.

Порядок инвентаризации определен приказом Минприроды РФ от 19 ноября 2021 года № 871. Приоритетным методом измерений выбросов стационарных источников загрязнения атмосферного воздуха является инструментальный, при котором используются специальные приборы с известными метрологическими характеристиками. Этот метод позволяет получать объективные данные о загрязнении, исключая ошибки расчетов и минимизируя абсолютные погрешности.

Проблема труднодоступности или невозможности доступа к устью выброса многих ИЗАВ, послужившая в свое время основной причиной использования расчетного метода инвентаризации, предлагается к успешному решению внедрением инновационной технологии инвентаризации выбросов с использованием приборных комплексов на базе беспилотного летательного аппарата (дрона). Дроны, в частности коптеры, уже доказали свою эффективность и многофункциональность, обеспечивая доставку грузов, приборов наблюдения и средств воздействия в сложных условиях. Современные системы стабилизации, FPV и GPS обеспечивают высокую устойчивость и точное позиционирование БПЛА в полете даже в сложных метеорологических условиях, что позволяет использовать размещенные на платформе коптера измерительные приборы непосредственно в устье выброса ИЗАВ при дистанционном управлении оператором в режиме онлайн. Для повышения точности замеров авторами разработки предлагается использование технологии объединения данных (data fusion), которая позволяет снизить вероятность ошибок и улучшить качество передаваемой информации о концентрации вредных и (или) опасных веществ и аэродинамических характеристиках газовоздушного потока. При этом целесообразно использование «машинного зрения», которое обеспечивает автоматический анализ визуальных данных. Все данные будут передаваться на центральный сервер в режиме реального времени, что позволяет оперативно реагировать на изменения ситуации, объективно разрабатывать предписания к принятию мер по предотвращению загрязнения воздуха.

Приборный комплекс, предусматривающий использование сертифицированных средств измерения, размещается на внешних подвесах несущей платформы дрона; каждый из подвесов предназначен для конкретной процедуры инвентаризации. Так, для измерения характеристик газовоздушного потока подвес комплектуется дифференциальным манометром цифровым (ДМЦ-01М). Прибор модифицирован таким образом, что его элементы управления могут быть задействованы оператором удаленно с использованием системы передачи данных с монохромного дисплея на удаленный экран посредством камеры и системы машинного зрения, которая способна сама считывать показания и вносить их в отдельный файл при необходимости. К ДМЦ-01М также подключается трубка Пито с термопарой. После этого подвес устанавливается на квадрокоптер с помощью двусосного крепления, имеющего свободу в горизонтальной и вертикальных плоскостях для компенсации сил реакций опоры в случае соприкосновения трубки Пито с объектом, а также с учетом центра массы подвеса в целях упрощения последующей калибровки датчиков у БПЛА.

Подвес для проведения измерений концентрации вредных и (или) опасных веществ оснащён модифицированным насосом-пробоотборником. Модификация насоса и конструкция подвеса предусматривает возможность дистанционного управления. Параллельно насосу располагается накладная подвижная поршневая конструкция, закрепленная на конце поршня насоса-пробоотборника. К насосу подключается индикаторная трубка для анализа исследуемого вещества. Результаты, получаемые с помощью ка-

меры, направленной на индикаторную трубку, могут быть интерпретированы либо самим оператором (его помощником), либо также могут быть распознаны с помощью системы компьютерного зрения и внесены в автоматическом порядке в отдельный файл или протокол измерений.

В ходе разработки основных компонентов конструкции и их тестирования авторам стало очевидно, что для более глубокого анализа эксплуатационных характеристик необходима разработка дополнительной программы для симуляции процедуры инвентаризации в конкретных условиях. Была создана симуляционная модель, которая позволила объективно оценить работу системы в различных условиях и по различным сценариям. Следует отметить, что возможности разработанного симулятора позволяют использовать его не только для моделирования, но и в качестве образовательного продукта для подготовки экспертов по проведению инвентаризации объектов транспортной инфраструктуры с использованием представленной технологии.

Как следствие, специалист, проводящий инвентаризацию выбросов на объектах с использованием приборного комплекса на базе БПЛА, должен обладать следующими компетенциями:

- пройти дополнительное обучение в области отбора проб и контроля промышленных выбросов в атмосферу;
- иметь как минимум один год опыта практической работы в этой сфере;
- завершить обучение по внешнему пилотированию и эксплуатации беспилотных авиационных систем мультироторного типа с максимальной взлетной массой до 30 кг [3].

Вместе с этим специалист должен быть включён в Федеральный реестр экспертов, осуществляющих инвентаризацию промышленных выбросов с использованием БПЛА. В рамках пресечения несанкционированного доступа и обеспечения антитеррористической защиты объектов транспортной инфраструктуры, каковые в свете современных вызовов являются объектами стратегического значения, эксперты должны подвергаться проверке и состоять на учёте в Федеральной службе безопасности, а используемые коптеры – проверены и зарегистрированы в соответствии с установленными требованиями. Решение этих задач, безусловно, требует проведения ряда мероприятий правового и организационно-технологического характера. Тем не менее в условиях приоритета охраны окружающей среды и здоровья населения использование приборных комплексов на базе БПЛА для инвентаризации промышленных объектов является наиболее перспективным с точки зрения эффективности, безопасности и экономической целесообразности.

Список литературы

- 1 Левитанус, Б. А. Вызовы и угрозы экологической безопасности Российской Федерации: теоретико-правовой аспект / Б. А. Левитанус, А. Л. Ода // Ученые записки юридического факультета. – СПб. : Юрид. ф-т СПбГЭУ, 2021. – Вып. 1. – С. 50–54.
- 2 Карапузов, М. Ю. Возможности применения новейших технологий как способа преодоления экологического кризиса / М. Ю. Карапузов // Социально-гуманитарные знания. – 2020. – № 1. – С. 284–292.
- 3 Симанович, С. В. Некоторые аспекты реализации технологии дистанционного проведения замеров при инвентаризации источников выбросов объектов транспортной инфраструктуры / С. В. Симанович // Железнодорожный транспорт и технологии : сб. тр. междунар. науч.-практ. конф. – 2023. № 1 (249). – С. 267–269.

УДК 628.339.081

ОСОБЕННОСТИ КЛАССИФИКАЦИИ НАНОСОРБЕНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДНЫХ СРЕД И ПЕРСПЕКТИВЫ НОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

О. Н. ГОРЕЛАЯ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Научное сообщество долгое время занимается поиском методов очистки воды от нефтепродуктов, включая сточные воды транспортных предприятий. Среди методов очистки выделяются традиционные, такие как отстаивание, фильтрация, флотация, использование реагентов, и сорбция, которая занимает особое место благодаря своей эффективности [1, 2]. Разнообразие сорбционных материалов на рынке постоянно растет и совершенствуется. Основным элементом процесса являет-