

Рассмотрим более подробно обработку данных идентификации запахов.

Первый этап заключается в измерении и получении исходных данных от мультисенсорного измерительного модуля. Измерение выполняется путем преобразования аналоговых сигналов с датчиков в цифровые, математического расчета концентраций и передачи данных на одноплатный компьютер через Bluetooth.

На втором этапе выполняется идентификация полученной информации в интеллектуальном цифровом модуле с помощью многослойной нейронной сети – многослойного перцептрона. При обучении нейронной сети на новое вещество название такого вещества заносится в базу данных, где ему присваивается идентификационный номер, который затем поступает в файл с выборкой, в качестве выходного значения с нейронной сети. После обнаружения какого-либо вещества нейронной сетью в базу данных заносятся показания с датчиков в момент обнаружения, дата и время.

На третьем этапе выполняется обработка и вывод полученной информации на динамики, передача информации на главный компьютер по сетевому кабелю, вывод информации в базу данных и трансляция в сети Интернет в режиме реального времени.

В качестве среды программирования были выбраны:

- Arduino IDE;
- кроссплатформенный фреймворк для разработки программного обеспечения QT.

В качестве языка программирования был выбран C++.

Тестирование нейросетевого газоанализатора проводилось на трех веществах:

- воздух;
- аммиак;
- уксус спиртовой.

Результаты тестирования показали, что данный газоанализатор прекрасно распознавал данные вещества при различных их концентрациях.

УДК 621.643/644

## **ОБЗОР СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ НЕФТИ**

*В. Л. ГРУЗИНОВА*

*Межотраслевой институт повышения квалификации и переподготовки кадров  
по менеджменту и развитию персонала БНТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

*А. А. МЕЛЬНИКОВ*

*Филиал ЦБПО ОАО «Гомельтранснефть Дружба», Республика Беларусь*

В жизненном цикле магистрального трубопровода можно выделить 7 основных стадий: проектирование, строительство, эксплуатация, реконструкция, капитальный ремонт, консервация, ликвидация магистрального трубопровода. Проектирование – единственная стадия жизненного цикла, в которой не наблюдается проявление опасностей, связанных с функционированием магистрального трубопроводного транспорта. Обеспечить высокое качество выполнения проектных работ в ограниченные сроки без увеличения количества задействованных работников проектных организаций позволяет использование систем автоматизированного проектирования (САПР). САПР объединяет технические средства, математическое, информационное и программное обеспечение, позволяющее автоматизировать проектирование на всех или отдельных стадиях проектирования объектов.

Системы САПР можно разделить на три группы в соответствии с уровнем их работы с данными и комплексности подхода к проектированию.

Системы нижнего уровня обеспечивают работу с графической информацией и позволяют автоматизировать только 2D-проектирование, делая акцент на автоматизации выпуска проектно-сметной документации. К таким системам можно отнести универсальные графические платформы: AutoCAD (Autodesk Inc.) и Microstation (Bentley Systems Lie.), давно применяемые в Беларуси и России. С их помощью происходит всего лишь замена бумажной технологии проектирования на электронный кульман.

Системы среднего уровня – это современные системы 3D-моделирования. Такие системы основаны на универсальных графических платформах (AutoCAD или Microstation), и к ним можно отнести Autodesk Inventor, Bentley PLANT, CADWorx и Plant-4D, КОМПАС-3D.

Системы верхнего уровня в отличие от универсальных графических платформ ориентированы на работу с базами данных, а не только с графическим представлением объектов. При этом появляется возможность оперировать параметрической 3D-моделью объекта и автоматически получать проектно-сметную документацию на основе модели. К ним следует отнести Microsoft Project Professional, Primavera Project Planner, Spider Project и др. [1, с. 39].

Autodesk Inventor – система трёхмерного твердотельного и поверхностного параметрического проектирования компании Autodesk, предназначенная для создания цифровых прототипов промышленных изделий. Инструменты Inventor обеспечивают полный цикл проектирования и создания конструкторской документации: 2D-/3D-моделирование; создание изделий из листового материала и получение их разверток; разработка электрических и трубопроводных систем; проектирование оснастки для литья пластмассовых изделий; динамическое моделирование; параметрический расчет напряженно-деформированного состояния деталей и сборок; визуализация изделий; автоматическое получение и обновление конструкторской документации (оформление по ЕСКД).

Система Bentley Plant включает модули разработки схем, 3D-моделирования, расчеты, генерацию чертежей, спецификаций и изометрических схем. Она интегрирована с системой управления инженерным документооборотом и архивом Bentley ProjectWise. В линейке Bentley Plant представлены 2 семейства продуктов: AutoPLANT, использующее в качестве графической платформы AutoCAD, и PlantSpace на платформе MicroStation. Эти продукты являются взаимозаменяемыми. Компания взяла курс на объединение двух линеек на основе AutoPLANT. В свою очередь, в состав линейки AutoPLANT входят также решения для разнообразных расчетов: НДСТ – AutoPIPE; гидравлических расчетов – PlantFlow; расчет на прочность узлов врезки штуцеров патрубков сосудов и аппаратов – WinNOZL; расчет пульсаций потоков в трубопроводах – PULS. Продукты AutoPIPE и AutoPLANT имеют двунаправленный интерфейс передачи данных, что ускоряет итерационный процесс «проектирование – расчет».

Помимо линейки Bentley Plant Bentley Systems Inc. предлагает решения для всех задач проектирования в промышленном и гражданском строительстве – архитектурных, задач изысканий и генплана, проектирования инженерных сетей и т. д., а также задач проектного документооборота – с помощью системы управления проектными данными и инженерным документооборотом ProjectWise. Модуль Bentley ProjectWise обеспечивает возможность распределять проекты и выполнять их администрирование.

В программном комплексе CADWorx Plant реализованы инструменты для проектирования трубопроводов, оборудования, металлоконструкций, систем отопления и вентиляции, кабельных трасс, а также динамические связи с базой данных. Исторически CADWorx развивался как графический интерфейс к известному программному продукту для расчета напряженно-деформированного состояния CAESAR II (также COADE), и со временем обрел самостоятельное значение. Этим объясняется отлаженная двусторонняя связь между CADWorx и Caesar II, что позволяет в значительной мере упростить процесс создания проекта. CADWorx не имеет аналогов по легкости пополнения библиотек элементов – работа ведется на уровне редактирования текстового файла, т. е. администрирование работы над проектом сводится к минимуму и может осуществляться любым опытным пользователем. В программе реализована возможность совместной работы различных организаций над одним проектом в сети Интернет.

В нефтегазовой отрасли также применяется еще один продукт компании COADE – PVElite для расчета оборудования – PLANT-4D, которая работает на основе объектно-ориентированного параметрического ядра, и включает систему коллективной работы над проектом. PLANT-4D позволяет работать с трехмерными твердотельными моделями проектируемых систем, автоматизирует разработку технологических схем, моделей трубопроводов, нестандартного оборудования, металлоконструкций. Полностью автоматически или в интерактивном режиме PLANT-4D позволяет выпускать различные технологические схемы, рабочие чертежи (планы, разрезы, узлы, монтажные изометрические чертежи с размерами и спецификациями, различные ведомости, отчеты, спецификации и многое другое).

При определении границ использования той или иной САПР необходимо учитывать особенности объектов проектирования и ведения проектных работ на предприятии. Потребителями могут быть как проектные организации, так и ПКО (ПКБ) заводов. Проектные организации чаще заняты проектированием объектов «с нуля» и крупных промышленных объектов целиком, тогда как в рам-

ках заводов ведутся в основном работы по реконструкции существующих систем или проектирование отдельных установок. Поэтому целевыми нишами продуктов высшего уровня PDMS, PDS и SmartPlant 3D в большей степени являются проектные институты.

Что касается выбора по техническим особенностям продуктов, удобству интерфейса, соответствию конкретным задачам предприятия и т. д., то такие вопросы решают технические специалисты организации после знакомства с работой продуктов.

Немаловажным критерием является стоимость программного продукта. Наиболее доступными являются модули семейства CADWorx, а наиболее дорогостоящими – системы компаний AVEVA и Intergraph, что компенсируется наибольшими функциональными возможностями.

Помимо стоимости самого продукта необходимо учитывать также стоимость необходимого программного обеспечения – графической платформы, СУБД, а также затраты, входящие в стоимость владения продуктом – обучение, обновление лицензий, техническая поддержка и т. д. Если продукт не имеет собственной графической платформы и встроенной СУБД, на их приобретение потребуются дополнительные затраты.

Все системы среднего уровня (Bentley Plant, CADWorx и Plant- 4D) используют стандартные СУБД: Oracle, MS SQL Server, MS Access. Кроме того, в Bentley Plant может использоваться MSDE (ядро системы MS SQL Server), что не требует оплаты дополнительных лицензий для СУБД. PDS и SmartPlant 3D используют СУБД Oracle или MS SQL Server. А вот компания AVEVA пошла по пути разработки и использования собственной объектно-ориентированной базы данных DAB ACON.

На сегодня имеется немало как зарубежных, так и российских программ, которые способны упростить и усовершенствовать проектирование магистральных трубопроводов. Многие средства автоматизированного проектирования были разработаны для стран с сетью магистральных трубопроводов гораздо более протяженной, чем в Республике Беларусь. Соответственно и стоимость данных программных продуктов ориентирована на необходимость больших объемов проектирования. Что же касается Республики Беларусь, то затраты на некоторые программы не смогут окупиться ввиду отсутствия больших объемов работ по проектированию магистральных трубопроводов и высокой стоимости зарубежных САПР.

#### Список литературы

1 Рудаченко, А. В. Автоматизация проектирования систем трубопроводного транспорта: Конспект лекций. Ч. 1. Основные этапы проектирования и анализ программных средств / А. В. Рудаченко, Н. В. Чухарева. – Томск : Изд-во ТПУ, 2008. – 64 с.

УДК 37.016:5023

## К ВОПРОСУ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СОСТАВОВ

*В. С. ДЕЦУК*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Одним из наиболее эффективных методов защиты окружающей среды от шумового загрязнения является установка акустических экранов. Акустический экран – конструкция, возводимая вдоль крупных проспектов, автомагистралей, железнодорожных путей для уменьшения шума. Установка экрана может значительно повысить цену недвижимости и земли в этом районе, а также уменьшает шумовое загрязнение на 8–24 дБ. Шумозащитные экраны могут иметь дополнительные функции. Например, в Германии шумозащитным экранам придают свойства поглощения вредных веществ, а также устанавливают фотоэлектрические панели, вырабатывающие электричество за счет солнечного света.

Целью работы являлось исследование влияния конструктивных параметров акустического экрана и его расположения по отношению к железнодорожному полотну и выбору оптимального варианта по результатам исследования.

Известно, что чем ближе расположен экран к источнику шума, тем выше его эффективность и ниже требуемая высота. Однако для осуществления ремонтных работ строительного полотна рекомендуется располагать шумозащитный экран на расстоянии не менее 5 м от железнодорожной насыпи.