

# Хакатон для программистов-робототехников 2024

## 1. Тема

Разработка системы диагностики наружной поверхности металлического резервуара мобильной роботизированной платформой с автоматическим построением карты дефектов.

## 2. Введение

Резервуар — это герметично закрываемый или открытый стационарный сосуд, наполняемый жидким или газообразным веществом. Резервуары используются для хранения различных продуктов, таких как нефть, масло, вода и другие жидкости.

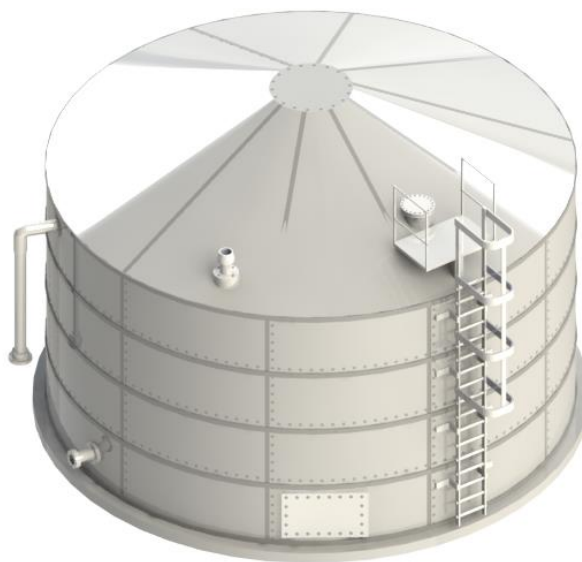


Рисунок 1 – Общий вид резервуара

Диагностика металлических резервуаров требуется для обеспечения безопасности и надёжности их работы, а также для предотвращения аварийных ситуаций и утечек содержимого. Диагностика включает в себя различные технические методы и процедуры, направленные на оценку и обнаружение потенциальных дефектов, повреждений, коррозии, износа и других проблем, которые могут возникнуть в процессе эксплуатации резервуаров.

Основные методы диагностики включают визуальный осмотр, инспекцию толщины стенок, магнитометрическое исследование, испытания на герметичность и тепловизионную диагностику.

Роботизированные решения в диагностике резервуаров используются для повышения безопасности и эффективности неразрушающего контроля. Роботы оснащены различными датчиками и камерами, позволяющими им перемещаться по стенкам резервуара и проводить диагностику труднодоступных мест.

Задача роботизированного решения не только провести диагностику в автоматизированном режиме, но и отобразить результат с привязкой к карте поверхности.

Использование глобальной системы позиционирования для навигации объектов на зданиях и сооружениях, либо внутри них вызывают сложности в силу следующий причин:

- многолучевое распространение при отражениях сигнала от стен и других препятствий;
- отсутствие прямой видимости;
- ослабление и рассеяние сигнала из-за препятствий;
- повышенные требования к точности и сходимости результатов.

Для локального позиционирования можно применять следующие технологии, различающиеся по физическому принципу и достигаемой точности измерений:

- фотовидеокамера;
- инфракрасное излучение;
- тактильные системы;
- звук (в том числе ультразвук);
- псевдоспутники;
- Wi-Fi системы;
- Bluetooth системы;
- RFID;
- UWB;
- GNSS высокой чувствительности;
- другие радиочастоты;
- инерциальная навигация;
- магнетизм;
- инфраструктура, например, встроенные в пол датчики и др.

В рамках проведения Хакатона для программистов-робототехников 2024 участникам необходимо предложить решение задачи позиционирования устройства диагностики поверхности резервуара, разработав алгоритм и спроектировав на его основе мобильную роботизированную платформу.

### 3. Задача хакатона

3.1 Задача хакатона – разработка системы диагностики наружной поверхности макета резервуара. Задача включает в себя:

- разработку алгоритма работы устройств;
- подбор необходимых комплектующих;
- проектирование мобильной роботизированной платформы;
- сборку и отладку устройств;
- демонстрацию работы системы и выходных данных алгоритма.

3.2 Система диагностики должна содержать алгоритм, позволяющий:

- автоматически управлять движением мобильной роботизированной платформы для диагностики всей площади поверхности резервуара без переустановок платформы;
- огибать при движении платформы выступающие технологические элементы конструкции макета резервуара;
- создавать трехмерную модель карты поверхности;
- обнаруживать и фиксировать на карте местоположение дефектов.

Результатом работы алгоритма является трехмерная модель карты поверхности, включающая разметку по длине и ширине, отметки дефектов, а также технологические швы и иные особенности конструкции. Общий вид карты представлен на рисунке 2.

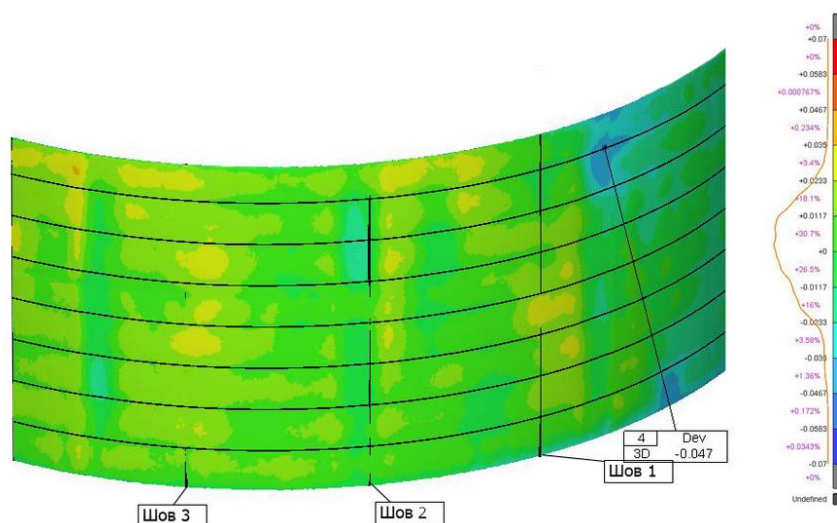


Рисунок 2 – Общий вид трехмерной модели карты поверхности

3.3 Макет резервуара представляет собой сборный цилиндрический сегмент, состоящий из листов металла толщиной не менее 0,5 мм, ограничивающийся следующими размерами (ДхШхВ, не более): 4000х1000х2000 мм. Общий вид макета резервуара представлен на рисунке 3, САД -модель – в приложении А.



Рисунок 3 – Общий вид макета резервуара

На наружной поверхности резервуара присутствуют выступающие технологические элементы конструкции (фланцы, отводы и т.д.). В качестве имитации дефектов, на поверхности резервуара располагаются агисо-метки размером 50x50 мм. Элементы и метки не имеют фиксированного расположения и могут перемещаться по поверхности.

3.4 Диагностика поверхности должна осуществляться разработанной мобильной роботизированной платформой, представляющей собой шасси на магнитных колесах. Рекомендуемые максимальные габаритные размеры платформы (ДхШхВ): 400x300x300 мм. Платформа должна содержать не более 4-х магнитных колес и иметь возможность поворота в процессе движения. В рамках хакатона участникам могут быть предоставлены 4 магнитных колеса. Общий вид магнитного колеса представлен на рисунке 4, CAD-модель – в приложении Б.



Рисунок 4 – Общий вид магнитного колеса

Роботизированная платформа должна содержать следующие компоненты:

- приводные электрические мотор-редукторы;
- систему управления;
- платы драйверов мотор-редукторов;
- аккумулятор (опционально, допускается использовать сетевой источник питания);
- устройство фотовидеофиксации.

Дополнительно, платформа может содержать комплектующие систем позиционирования, рулевого управления, питания и прочих требуемых устройств.

Все внешние устройства платформы должны иметь защиту против помех от магнитного поля колес.

3.5 В рамках разработки системы диагностики допускается применение дополнительных внешних устройств для определения позиционирования роботизированной платформы, не устанавливаемых непосредственно на саму платформу – устройств фотовидеофиксации, меток, маячков и т.д.

В качестве базовой точки (начала координат) поверхности допускается устанавливать дополнительную агисо-метку размером не более 50x50 мм.

## 4. Порядок проведения этапов хакатона

### 4.1 Хакатон состоит из следующих этапов:

- отборочный этап;
- заочный этап;
- финальный этап;

4.2 В рамках отборочного этапа хакатона необходимо представить концепт системы диагностики наружной поверхности металлического резервуара мобильной роботизированной платформой, включающий в себя:

- описание принципа работы алгоритма системы в виде пояснительной записки;
- CAD-модель мобильной роботизированной платформы:
  - САД-сборка, включающая в себя все файлы компонентов. Сборка должна быть подписана с указанием САПР, в которой производилось моделирование. Детали сборки должны иметь оригинальные расширения, а также включать в себя дерево проектирования модели. Также сборку необходимо конвертировать в один из популярных форматов (.stp, .igs, .x\_t). В дополнение необходимо приложить не менее 2-х скриншотов сборки без дополнительных инструментов отрисовки (рендеринга, сцен и т.д.) в формате jpg;
- спецификацию на необходимые комплектующие:
  - покупные компоненты;
  - изготавливаемые элементы мобильной платформы, а также лист металла для отладки платформы;
  - дополнительные устройства для определения позиционирования (по п.3.5);
  - магнитные колеса (при использовании колес, предоставленных организаторами, стоимость не указывается).

Спецификация должна содержать в себе следующие данные:

- наименование комплектующей/услуги;
- количество;
- стоимость за единицу;
- ссылка на магазин (закупка комплектующих должна осуществляться у российских поставщиков, кроме случаев полного отсутствия поставщиков требуемой, либо аналогичной по характеристикам, комплектующей в РФ).

Итоговая стоимость комплектующих по спецификации не должна превышать суммы 100 000 руб. Комплектующие будут приобретаться организаторами на заочном этапе, проверяться на работоспособность и отправляться в города команд-участников, за исключением крупногабаритных товаров, например листа металла.

Метрики для проверки работы:

- степень проработки концепции алгоритма;
- работоспособность системы;

- технологичность системы;
- уровень детализации сборки;
- правильность оформления результатов, включая полную смету на систему;
- промышленный дизайн.

Выполненное задание необходимо оформить в виде архива «Название команды.zip» со следующим содержанием:

1. Пояснительная записка с описанием принципа работы алгоритма системы.

2. Спецификация на комплектующие и услуги. Шаблон спецификации представлен в приложении В.

3. Файлы CAD-сборки.

Архив необходимо загрузить по ссылке, предоставленной организаторами.

Срок выполнения задания: 07:00 19.08.2024 по московскому времени, после этого ссылка станет неактивна.

4.3 В рамках заочного этапа командам, прошедшим отборочный этап, необходимо разработать алгоритм, на основании предложенного ранее концепта, а также изготовить мобильную роботизированную платформу.

Командам-участникам передаются комплектующие по сформированным спецификациям. На основании CAD-модели, разработанной на предыдущем этапе, команды собирают и программируют мобильную роботизированную платформу. Допускается вносить изменения в части конструкции платформы и дополнительных устройств, при этом они не должны приводить к изменению общей концепции алгоритма работы системы.

При выполнении этапа командам необходимо будет направлять регулярный отчет.

Организаторами предоставляется возможность 3D-печати необходимых элементов конструкций по разработанным командами CAD-моделям, с учетом габаритов поля печати, ограниченных следующими размерами (ДхШхВ): 250х200х200 мм.

Результатом заочного этапа является готовая система, включающая мобильную роботизированную платформу.

4.4 В рамках финального этапа командам необходимо отладить и продемонстрировать разработанную систему диагностики наружной поверхности металлического резервуара мобильной роботизированной платформой с автоматическим построением карты дефектов.

Демонстрация решения производится на макете резервуара, технологические элементы конструкции которого, а также агисо-метки, имитирующие дефекты, устанавливаются жюри в произвольных местоположениях поверхности резервуара.

Демонстрация решения включает в себя краткое представление команды, включая показ презентационных материалов, решение задачи с отображением карты результатов и ответы на дополнительные вопросы жюри.

**Список приложений:**

*Приложение А. CAD-модель макета резервуара*

*Приложение Б. CAD-модель магнитного колеса*

*Приложение В. Шаблон спецификации*