

*Салех Лабиб Омар Абдулла*<sup>1</sup>,

аспирант;

*Хлопин Сергей Владимирович*<sup>2</sup>,

доцент Высшей школы компьютерных технологий  
и информационных систем, канд. техн. наук, доцент

## **ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД-ДАТЧИК НАЛИЧИЯ И КОНЦЕНТРАЦИИ ПРИМЕСИ**

<sup>1,2</sup> Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого;

<sup>1</sup> labib\_saleh\_92@yahoo.com, <sup>2</sup> x@spbstu.ru

**Аннотация.** Объектом исследования являются анализ фото и видеоизображения, представляющий из себя как информация об оптических данных нефтепродуктов в жидкостях, полученных от специального оптического датчика. Предметом исследования в работе являются методы, алгоритмы и программные средства, анализа фото и видеоизображения. В работе использовались следующие методы исследования: машинное (компьютерное) зрение, методы обнаружения объектов, методы цветокоррекции, методы поиск контуров и методы цифровой обработки изображений. При разработке программного комплекса и алгоритмы использовались язык программирования Java 8 и фреймворки Java Swing, OpenCV 3.4.10, Processing.

**Ключевые слова:** компьютерное зрение, детектирование объектов, анализ изображения.

*Labib Omar Abdullah Saleh*<sup>1</sup>,

Postgraduate Student, Master of Science;

*Sergey V. Khlopin*<sup>2</sup>,

Candidate of Technical Sciences (PhD), Associate Professor

## **LABORATORY BENCH SENSOR FOR THE PRESENCE AND CONCENTRATION OF IMPURITIES**

<sup>1,2</sup> Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia;

<sup>1</sup> labib\_saleh\_92@yahoo.com, <sup>2</sup> x@spbstu.ru

**Abstract.** The object of the study is the analysis of photo and video images, which represents information about the optical data of petroleum products in liquids obtained from a special optical sensor. The subject of research in the work is methods, algorithms and software for analyzing photos and video images. The following research methods were used in the work: machine (computer) vision, object detection methods, color correction methods, contour search methods and digital image processing methods. When developing the software package and algorithms, the Java 8 programming language and the Java Swing, OpenCV 3.4.10, Processing frameworks were used.

**Keywords:** computer vision, detection of objects, image analysis.

## **Введение**

Загрязнение окружающей среды в настоящее время считается одной из самых больших проблем, от которых страдает человечество. На сегодняшний день нефть и нефтепродукты признаны одними из главных загрязнителей окружающей среды. Экологическая проблема от нефтезагрязнений приобретает большую остроту из-за сложности их оперативного обнаружения, удаления и дороговизны, применяемых в настоящий момент методов.

Возникает вопрос, как без лабораторных методов можно обнаружить утечку масла в воде, например, в потоке жидкости (река, канал сброса теплоносителя, трубопровод)? Как быстро мы можем обнаружить наличие нефтепродуктов до того, как может произойти катастрофа? Одним из возможных решений этой проблемы является использование цифровых технологий, основанных на использовании оптического датчика и технологии компьютерного зрения, с помощью которых можно определять концентрацию примеси в режиме реального времени.

### **1. Описание лабораторного стенда**

Система лабораторного стенда датчика описана на рисунке 1. Состав стенда:

1. Емкость жидкости — в ней содержится рабочий объём воды и насос.

2. Труба перемещения жидкости по которой течет поток воды.

3. Дозатор нефтепродуктов — через дозатор можно поместить определенный объем нефтепродуктов в трубопровод для последующей их обнаружения и подсчета.

4. Фотокамера используется для получения серии цифровых изображений потока жидкости, содержащей примеси.

5. Компьютер обработки данных используется для анализа и обработки изображения. В последующем алгоритмы, отработанные на ПК будут переписаны на микроконтроллер.

6. Камера датчика позволяет облучать поток жидкости УФ излучением и регистрировать свечение камерой датчика через смотровое окно.

7. УФ светодиод производит ультрафиолетовый освещение с заданной частотой импульсов.

8. Датчик измерения скорости потока передает значение величины скорости потока воды, проходящей по трубе.

9. Плата управления — выполняет следующие задачи:

- получает скорость потока жидкости с датчика измерения скорости потока;
- задаёт частоту зажигания светодиода;
- передаёт импульс синхронизации в компьютер обработки данных;
- регулирует частоту оборотов мотора насоса.

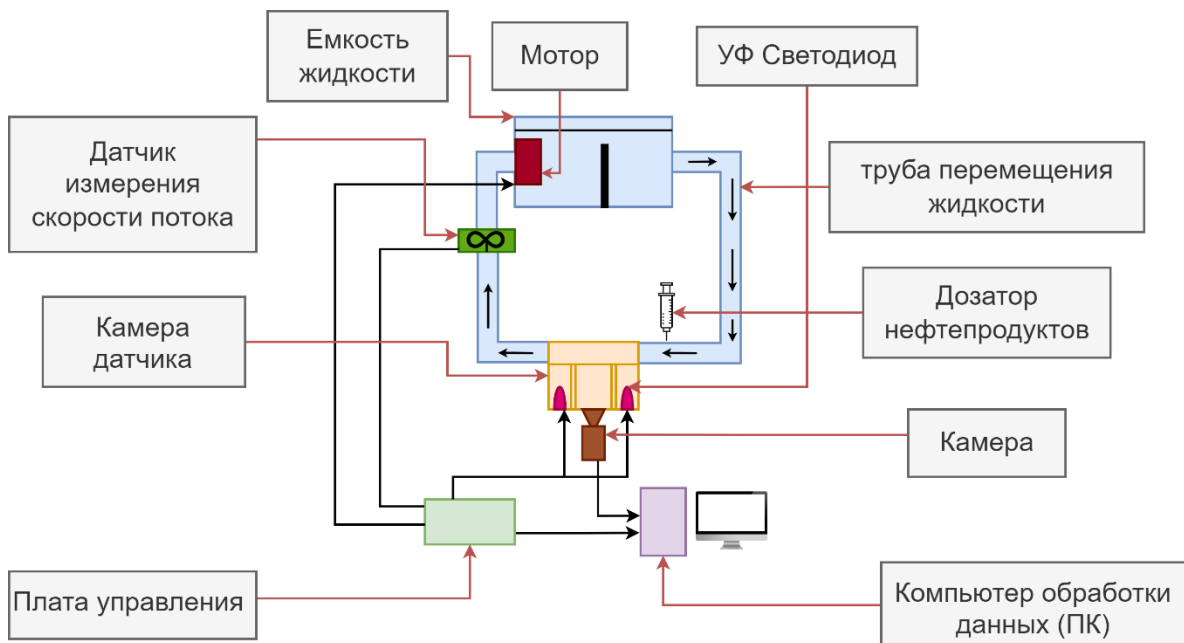


Рис. 1. Лабораторный стенд датчика наличия и концентрации нефтяной примеси

## 2. Описание работы системы

Получение данных о наличии примесей и их концентрации происходит в несколько этапов:

**Этап 1. Получения изображений потока жидкости внутри камеры датчика.** При прохождении потока жидкости, плата управления на основании датчика измерения скорости потока вычисляет линейное смещение объема внутри камеры. В рассчитанные промежутки времени производится освещение объема камеры датчика в ультрафиолетовом диапазоне света. После поступает управляющий импульс для получения очередного кадра. В результате, на компьютере обработки данных сохраняется серия снимков с известным смещением кадра относительно предыдущего снимка.

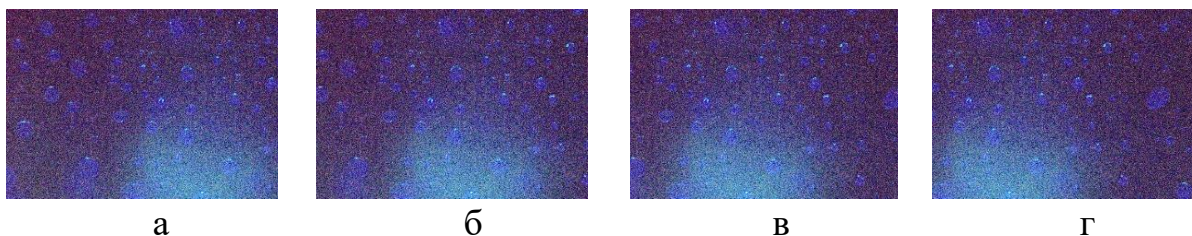


Рис. 2. Серия снимков с фото камеры

**Этап 2. Обработка сохраненных кадров.** Обработка кадров производится для увеличения разрешающей способности кадра для выявления слабых свечений. Выявление слабых свечений производится методом

суммирования области кадров, соответствующих одним объемам жидкости в смещенном потоке. Совмещение кадров производится в соответствии с вычисленным смещением потока на основании датчика измерения скорости.

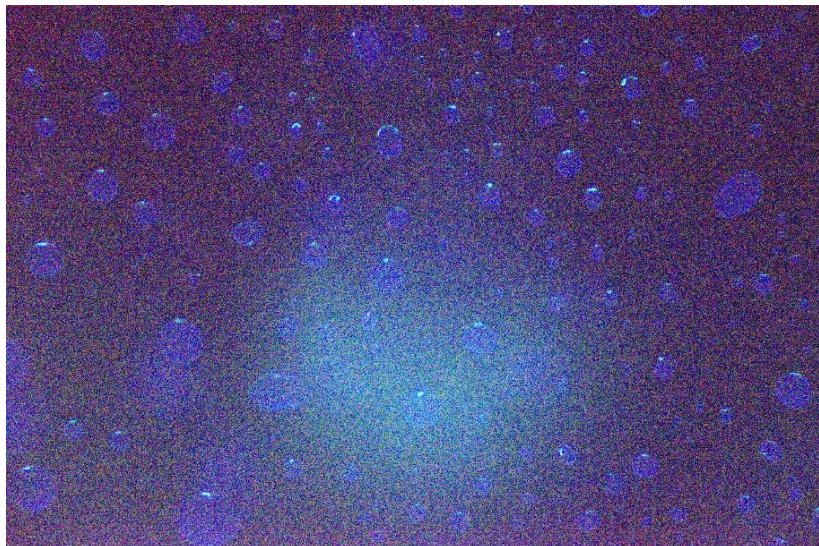


Рис. 3. Результат сшивании и обработка кадров

### **Заключение**

В результате работы лабораторной установки можно будет получать изображения (рис. 3) позволяющие проводить дальнейшую их обработку (фильтрация [1], детектирования границ [2], вычисление объемов [3]) для динамического определения мгновенной (внутри камеры датчика) и интегральной (суммарной за промежутки времени) концентрации примесей нефтепродуктов в потоке жидкости.

### **Благодарности**

Работа выполнена при поддержке Правительства Российской Федерации (госзадание 0784-2020-0021). This work was supported by the Government of the Russian Federation (state assignment 0784-2020-0021).

### **Список литературы**

1. Хлопин С.В., Салех Л.О.А. Программная реализация оптического метода динамического вычисления объема содержания примесей в жидкости // Системный анализ в проектировании и управлении. сборник научных трудов XXV Международной научной и учебно-практической конференции. В 3 ч. Ч. 2. Санкт-Петербург, 2021. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2021. – С. 229–235.

2. Салех Л.О.А., Хлопин С.В., Черненькая Л.В., Тарасевский Ф.Г., Царев М.М. Алгоритм определения концентрации примесей в жидкости по оптическим данным // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2023. – № 1. – С. 247–256.

3. Салех Л.О.А., Хлопин С.В., Черненькая Л.В. Алгоритм вычисления объёма примесей в жидкости по оптическим данным // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2023. – № 7. – С.562–569.