



РОССИЙСКАЯ  
РОБОТОТЕХНИЧЕСКАЯ  
ОЛИМПИАДА  
**2024**

**Федерация Спортивной и Образовательной  
робототехники**

**Российская Робототехническая Олимпиада 2024**  
**Творческая категория**  
«Роботы и роботизированные системы в нефтегазовой отрасли»

**ОТЧЕТ по проекту «АкваКоллектор»**  
**Команда «Юные Инженеры»**  
*Младшая возрастная категория*

**Выполнили:**

Шестун Ярослав, ученик 5 класса  
ЧОУ ВМСОШ

Красовская Алёна, ученица 5 класса  
школы Лиги Знаний

**Руководитель:**

Орлов Юрий Олегович, главный  
методист ООО «Центр Развития  
Робототехники»

**г. Владивосток**  
**2024**

# Содержание

<b>Аннотация.....</b>	<b>3</b>
<b>О команде.....</b>	<b>4</b>
<b>1 Исследование.....</b>	<b>5</b>
1.1 Введение в исследование.....	5
1.2 Цели, задачи, методы исследования.....	5
1.3 Влияние добычи нефти на окружающую среду.....	5
1.4 Организация и проведение экологического мониторинга.....	6
1.5 Способы проведения оперативного экологического мониторинга.....	7
1.6. Результаты исследования.....	8
<b>2 Разработка решения.....</b>	<b>10</b>
2.1 Общая информация.....	10
2.2 Используемое оборудование.....	10
2.3 Разработанные части.....	11
2.4 Общий вид готового устройства.....	12
<b>3 Интерфейс и программный код.....</b>	<b>13</b>
3.1 Общая информация.....	13
3.2 Графический интерфейс.....	13
3.3 Программный код.....	14
<b>4 Актуальность.....</b>	<b>17</b>
<b>5 Источники информации.....</b>	<b>18</b>

## **Аннотация**

Это отчет по проекту «Роботы и роботизированные системы в нефтегазовой отрасли» от команды «Юные Инженеры» из города Владивосток, представляющей Центр Развития Робототехники.

Объектом исследования в работе является информация о видах, способах и задачах проведения экологического мониторинга в местах морской добычи нефти.

Целью работы является создание устройства для отбора и транспортировки проб морской воды, а также написание программного кода для подводного робота - носителя данного устройства.

Наш проект помогает автоматизировать процесс экологического мониторинга в местах в морской добычи нефти. Мы выбрали эту тему потому что узнали что добыча полезных ископаемых негативно влияет на экологическую обстановку. Мы верим что наш робот поможет ученым-экологам автоматизировать процесс наблюдения в местах морской добычи нефти и высвободить время для полезных дел.

## О команде



В нашей команде два человека.

**Шестун Ярослав**, учится в ЧОУ ВМСОШ, увлекается горными лыжами и картингом, и конечно же, робототехникой. На занятия по робототехнике ходит уже 4 года, в команде отвечает за дизайн, сборку и 3-Д моделирование, заполнял тех.отчет и дневник.

**Красовская Алёна**, учится в Лиге Знаний, увлекается играми и рисованием людей, занимается робототехникой 2 года, сейчас изучает программирование на Python, в команде отвечает за исследование, программирование, занималась подготовкой постера.

Наша команда образовалась в октябре 2023 года, когда мы начали подготовку к региональным соревнованиям «Робофест Владивосток 2024». На этих соревнованиях мы выиграли номинацию «Самый перспективный проект» и заняли второе место на ВРО Владивосток 2024.

Команда выражает благодарность Центру развития робототехники за предоставленную материальную базу, обучение и поддержку, сети магазинов ДНС за финансовую поддержку и проекту MUR (ООО «Центр робототехники») за предоставленного робота и электронные компоненты.



# 1 Исследование

## 1.1 Введение в исследование

Тема сезона РРО 2024 – «Роботы в нефтегазовой отрасли». Мы из города Владивостока, а так как рядом есть море мы решили связать морскую добычу нефти и подводных роботов. Мы начали искать информацию о том, как добывают нефть и как это влияет на флору и фауну. Добывать нефть тоже самое что разрабатывать недра земли, а разработка недр земли – одна из причин загрязнений воздуха, воды, а также гибели флоры и фауны. Поэтому мы решили посвятить свою работу влиянию добычи нефти и газа на экологию.

## 1.2 Цели, задачи, методы исследования

*Цель исследования:* подтвердить предположение, что объекты связанные с нефтедобычей плохо влияют на экологическую обстановку и это влияние никак не отслеживается.

*Задачи исследования:*

1. Выяснить влияние разведки, строительства и добычи нефти и газа на экологическую обстановку.
2. Выяснить кем, какие данные и как часто собираются в районах добычи.
3. Найти примеры негативного влияния.
4. Найти существующие решения.

*Методы исследования:*

1. Поиск в интернете, журналы, научные статьи.
2. Сравнение.
3. Консультация со специалистами.

## 1.3 Влияние добычи нефти на окружающую среду

Нефть, а также сопровождающие ее нефтепродукты служат одним из самых опасных загрязнителей водной среды. При попадании нефти, она формирует плавающую на поверхности воды пленку, которая частично растворяется, образуя устойчивую эмульсию, параллельно с этим более тяжелые фракции нефти оседают на дно.

В водоемы нефтепродукты попадают в процессе разработки месторождений (особенно шельфовых месторождений в прибрежной зоне морских акваторий), при транспортировке танкерами, при авариях танкеров и нефтепроводов. Хотя существуют бактерии, способные потреблять попавшую в воду нефть, при скольких-нибудь значительных разливах они не в состоянии быстро ликвидировать нефтяные загрязнения, поэтому аварии всегда оборачиваются экологическими катастрофами. В воде нефть после улетучивания более легких фракций со временем

разрушается до безвредных веществ. Однако такое самоочищение происходит только при достаточном содержании кислорода и в благоприятных для бактерий температурных условиях – при температурах более 10 градусов.

#### **1.4 Организация и проведение экологического мониторинга**

Требования к организации и проведению наблюдений, оценке состояния и загрязнения морской среды неарктических морей Российской Федерации в районах разведки и разработки морских нефтегазовых месторождений, а также порядок их проведения определяются Руководством по организации и проведению наблюдений, оценке состояния и загрязнения морской среды в районах разведки и разработки морских нефтегазовых месторождений (РД 52.15.880-2019, утвержден Руководителем Росгидромета 22 октября 2019 года).

Для проведения фоновых производственного экологического мониторинга предприятиями, получившими лицензию на геологическое изучение недр, добычу нефти и газа, создается локальная система наблюдений, действующая в течение всего срока действия лицензии на всей акватории, предоставленной для пользования недрами, с учетом имеющихся на данной акватории пунктов государственной системы наблюдений за состоянием и загрязнением морской среды.

Для проведения экологического мониторинга привлекаются региональные организации Росгидромета, с которыми также согласовывается программа мониторинга.

Основными задачами экологического мониторинга являются:

- получение исходных данных для расчета условной фоновой концентрации загрязняющих веществ, применяемой при установлении норматива допустимого сброса;
- определение фоновых значений параметров морской среды и их многолетней динамики как критериев оценки ее состояния в районах нефтегазодобывающей деятельности;
- установление пределов естественных колебаний как критериев оценки изменений морской среды, вызванных воздействием нефтегазодобывающей деятельности.

К задачам экологического мониторинга относятся также сбор материалов для инженерно-экологических изысканий и информирования надзорных органов о состоянии и загрязнении морской среды.

Фоновые наблюдения проводятся ежегодно два раза в год:

а) при высшем в году для данного района (лицензионного участка) уровне загрязнения морских вод (на пике поступления, накопления загрязняющих веществ в воде и/или наиболее неблагоприятных условиях для самоочищения вод и рассеивания загрязняющих веществ);

б) при низшем в году для данного района (лицензионного участка) уровне загрязнения морских вод (при минимуме поступления, накопления загрязняющих веществ в воде и/или наиболее благоприятных условиях для самоочищения вод и рассеивания загрязняющих веществ).

По возможности рекомендуется проводить фоновые наблюдения 4 раза в год (1 раз в сезон) с целью получения необходимого количества информации для расчета фоновых концентраций загрязняющих веществ.

Для проведения фонового экологического мониторинга используются морские суда, снабженные системой спутникового позиционирования, располагающие помещениями для работы и отдыха научного состава, оснащенные приборами и оборудованием, необходимыми для проведения наблюдений и исследований. При этом для проведения различных видов наблюдений и исследований могут использоваться различные суда.

В состав наблюдений за состоянием и загрязнением морской среды входят метеорологические, гидрологические и гидрохимические наблюдения, наблюдения за загрязнением морских вод и донных отложений, гидробиологические наблюдения.

### **1.5 Способы проведения оперативного экологического мониторинга**

Мы изучили техническое резюме по результатам производственного экологического мониторинга в районе расположения объектов месторождения им. Ю. Корчагина в 2023 году, выполненное ООО Геоэкологический Центр «Изыскания. Проектирование. Мониторинг».

Морское нефтегазоконденсатное месторождение им. Ю. Корчагина расположено в центре Северной части Каспийского моря (российский сектор) в пределах лицензионного участка «Северный». Месторождение расположено на расстоянии в 170 км юго-восточнее г. Астрахань, в 100 км восточнее Астраханского рейда, в 130 км восточнее острова Чечень.

Экспедиционные работы в рамках ПЭМ на объектах месторождения им. Ю. Корчагина проводились с привлечением НИС «Тантал».



(рис. 1 – Научно-исследовательское судно «Тантал»)

Отбор проб осуществлялся батометром Нискина с 2-х горизонтов (поверхностного и придонного). Отобранные пробы при необходимости консервировались, охлаждались или замораживались для последующего анализа в судовом лабораторном помещении или для передачи в стационарную лабораторию.

Исследования показателей, для которых не предусматривается длительное хранение или консервация, проводились в судовой лаборатории. В судовой лаборатории производились исследования в части выполнения «анализов первого дня» – определение содержания растворенного кислорода, степени насыщения вод кислородом, цветности, прозрачности, электропроводности (солености), температуры, взвешенных веществ, рН, БПК5, фосфатов, аммония, нефтепродуктов, СПАВ (АПАВ).



(рис. 2 –Отбор проб батометром Нискина)

Отбор проб для микробиологических исследований осуществлялся батометром Нискина (бактериопланктон) и дночерпателя Ван-Вина (бактериобентос). Сразу после отбора пробы переливали в стерильную тару для хранения проб.

Отбор проб фитопланктона производили батометром Нискина из поверхностного горизонта. Консервацию количественных проб осуществляли с помощью раствора Люголя или очищенным формалином. Для анализа фотосинтетических пигментов пробы воды объемом 1,0 л отфильтровывали через мембранные фильтры, после чего фильтры высушивали и замораживали для дальнейшей обработки в камеральных условиях.

### **1.6. Результаты исследования.**

Согласно Морской доктрине Российской Федерации «предотвращение загрязнения морской среды» - одно из основных положений, относящихся к обеспечению национальных интересов в Мировом океане. Одним из принципов национальной морской политики является «развитие систем мониторинга за состоянием морской природной среды и прибрежных территорий». В последние годы экологическому мониторингу морских акваторий уделяется гораздо больше внимания, чем раньше. При этом, следует отметить широкое использование спутникового мониторинга, а оперативный мониторинг проводится традиционными способами - выходом научного судна в море и ручным отбором проб.

Комплексные исследования выполняются в стандартных точках мониторинга. В каждой точке выполняется зондирование водной толщи, отбор пробы воды (на показатели кислорода, нефтепродукты, биогенных веществ, взвесей и пр.). Отбор проб осуществляется вручную, например, с помощью батометра Нискина.

Таким образом, наше предположение, что влияние добычи на окружающую среду никак не отслеживается не подтвердилось, однако мы нашли подтверждения негативному влиянию добычи нефти и газа на экологическую обстановку.

Мы выяснили, что экологический мониторинг в местах морской добычи регулярно проводится с привлечением специализированных организаций, выходом научно-исследовательского судна в море и, при этом, используются традиционные, неавтоматизированные способы отбора образцов и их дальнейшего анализа.

Эти мероприятия требуют высоких затрат и привлечения квалифицированных специалистов.

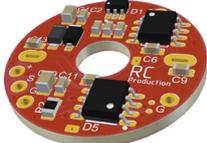
В качестве решения этой проблемы мы разрабатываем робота, которого можно запустить прямо с палубы нефтяной платформы. Робот в автономном режиме перемещается в заданную точку и опускается на необходимую глубину. Совершает забор пробы морской воды и возвращается к точке запуска (нефтяной платформе). Робот предохраняет взятые образцы от смешивания с окружающей водой при подъеме прибора на поверхность.

## 2 Разработка решения

### 2.1 Общая информация

Поскольку для данной разработки не требуется создание уникального подводного робота, было решено использовать уже имеющуюся базу, добавив в качестве полезной нагрузки пробоотборник собственного производства.

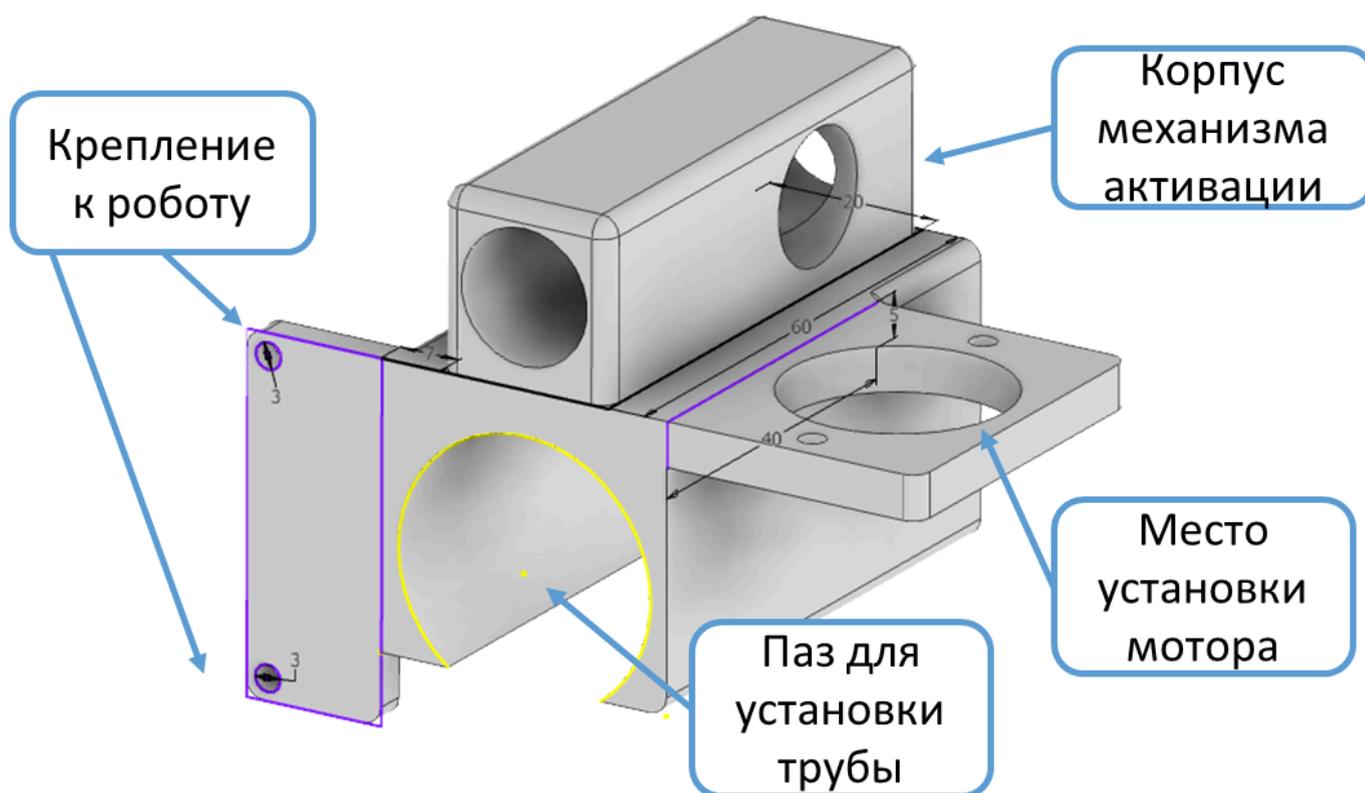
### 2.2 Используемое оборудование

№	Название/фото	Для чего используется	Характеристики
1	Автономный необитаемый подводный аппарат MiddleAUV 	Используется в качестве базы. Обладает всем необходимым: - автономный; - имеет навигационно-пилотажный датчик; - имеет возможность подключения полезной нагрузки.	- Вес нетто – 1 кг. - Глубина погружения: до 10 м - Точность позиционирования по глубине: 2 см - Точность позиционирования по курсу: 5 градусов - Связь: Wi-Fi, Ethernet - Язык программирования: Python 3 - Бортовой компьютер: на базе Raspberry PI compute module 4 -Количество двигателей:4 -Количество камер: 2
2	Герметичный мотор MUR motor 	Используется для активации механизма закрытия бутылки.	- Габариты 70*38*25 мм - Вес 50 г - Глубина до 10 м - Вал 6 мм - Вид электромотора: коллекторный электродвигатель постоянного тока Рабочее напряжение 9 В
3	Плата управления коллекторным мотором с микроконтроллером STM32 	Используется для управления MUR мотором с помощью ШИМ-сигнала.	- Габариты Ø 25 мм
4	Полипропиленовая труба Ø 32 мм. 	Используется как корпус для батометра.	- Габариты 140*32 мм
5	Штифты с резьбой, 4 шт. 	Используются для фиксации натяжителей к пробкам	- Габариты 16,5*8,3*1,5 мм

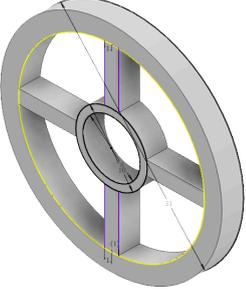
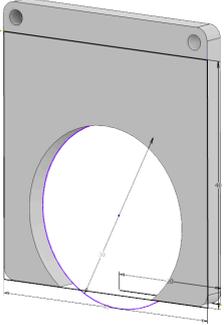
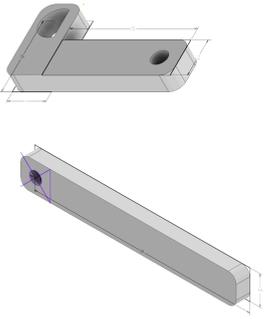
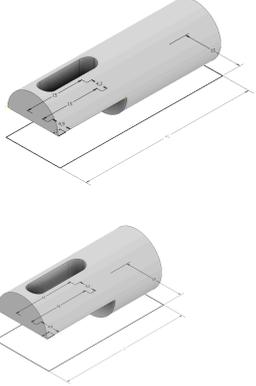
6	Пробка конусная силиконовая, 2 шт. №29 	Используется для закупоривания батометра	- Габариты Ø 27-34 мм
7	Жгуты-натяжители, 3 шт. 	Используются для удерживания пробок в закрытом или открытом состоянии.	- Габариты 3*6 мм

### 2.3 Разработанные части

Детали корпуса, крепление, активаторы и направляющие были самостоятельно разработаны нами в программе Autodesk Inventor, а затем напечатаны на 3D-принтере.



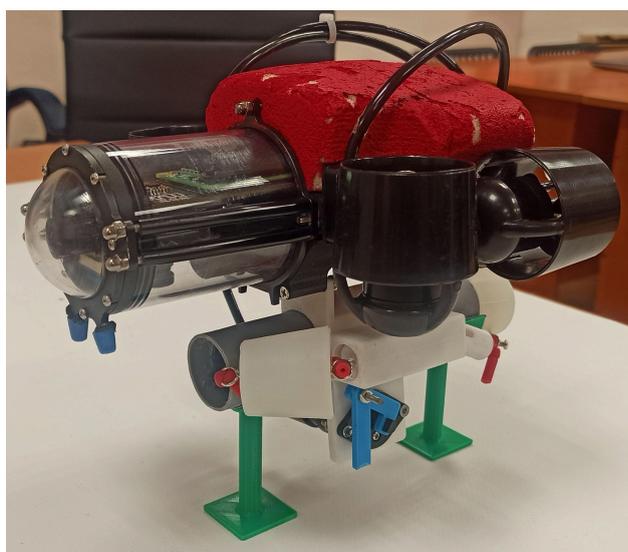
(рис. 3 – Корпус батометра)

			
<p>Направляющие для жгутов, устанавливаются внутрь трубы</p>	<p>Крепление трубы к роботу</p>	<p>Механизм-активатор, устанавливается на вал мотора</p>	<p>Втулки активатора. Через жгуты удерживают пробки открытыми</p>

## 2.4 Общий вид готового устройства



(рис. 4 – 1-ая версия батометра)



(рис. 5 – Робот на подставке с установленной 2-ой версией батометра)

## 3 Интерфейс и программный код

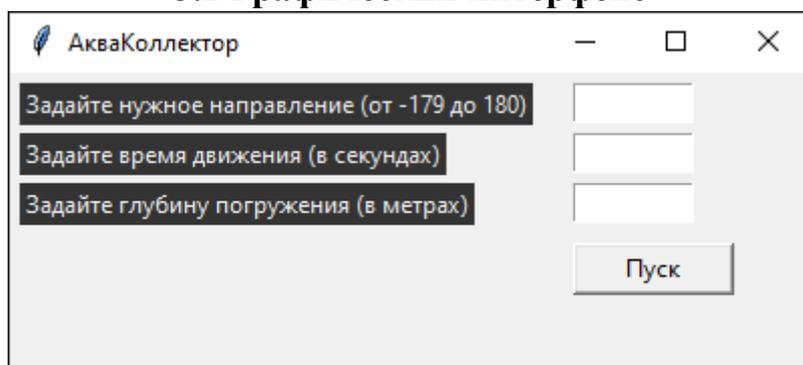
### 3.1 Общая информация

Мы разработали оконный интерфейс для ввода данных и упрощения работы в полевых условиях. Необходимо заполнить все поля и нажать клавишу «Пуск».

После запуска робот поворачивает в заданном направлении, используя датчик курса по ПД-регулятору, затем движется вперед и добравшись до места начинает погружение, используя датчик глубины и П-регулятор. Достигнув нужной глубины активируется пробозаборник и робот всплывает и возвращается в место старта.

Оконный интерфейс мы программировали и тестировали в симуляторе MUR IDE на языке Python и с помощью библиотеки tkinter.

### 3.2 Графический интерфейс



(рис. 6 – Окно ввода данных перед запуском робота)

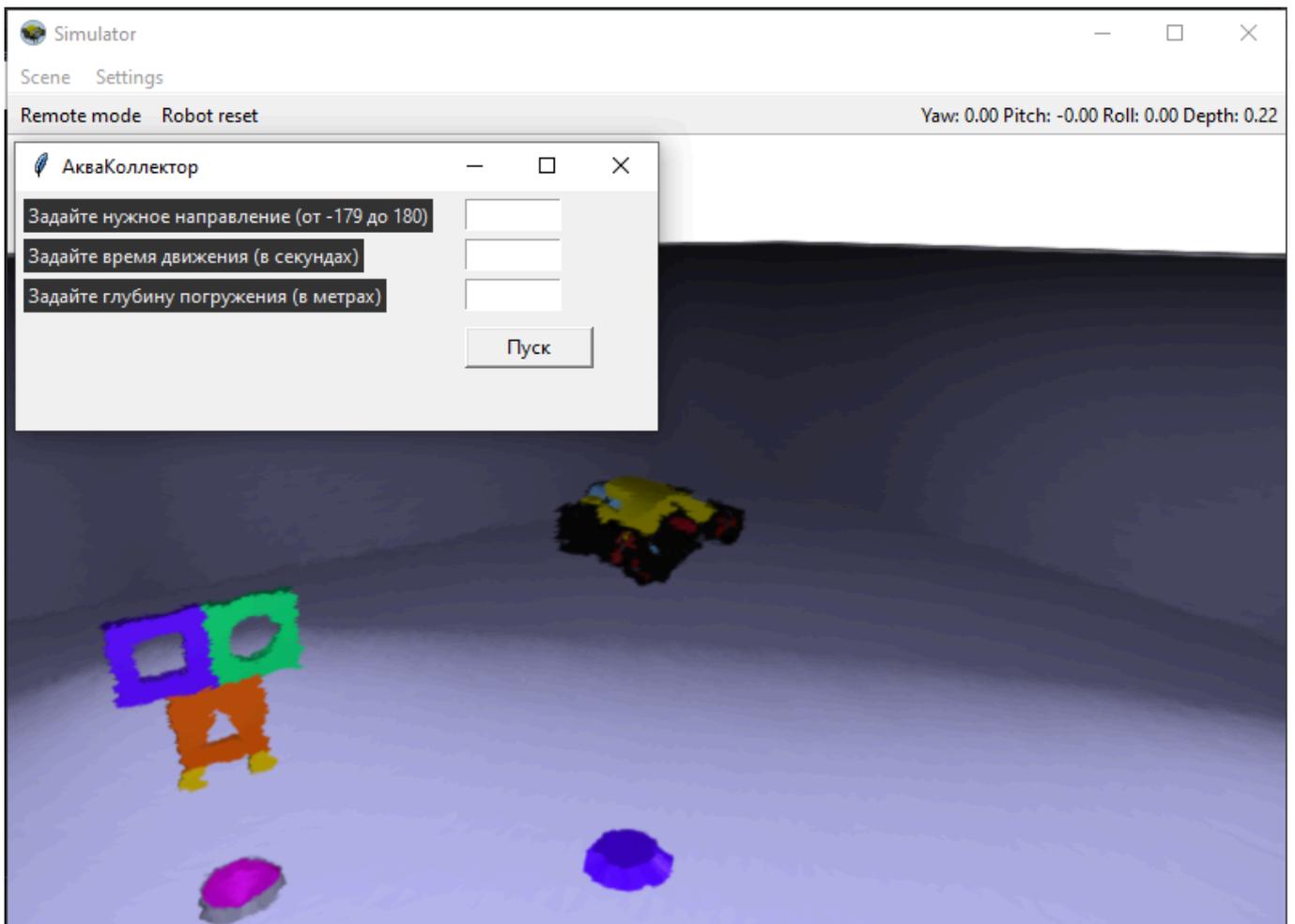
```
#Создание кнопок и полей ввода
label1 = Label(text="Задайте нужное направление (от -179 до 180)", fg="#eee", bg="#333")      #названия полей ввода
label1.place(x=5, y=5, anchor="nw")
label2 = Label(text="Задайте время движения (в секундах)", fg="#eee", bg="#333")
label2.place(x=5, y=30, anchor="nw")
label3 = Label(text="Задайте глубину погружения (в метрах)", fg="#eee", bg="#333")
label3.place(x=5, y=55, anchor="nw")

entry1 = Entry()
entry1.place(x=280, y=5, height=20, width=60, anchor="nw")      #поля ввода
entry2 = Entry()
entry2.place(x=280, y=30, height=20, width=60, anchor="nw")
entry3 = Entry()
entry3.place(x=280, y=55, height=20, width=60, anchor="nw")

btn1 = Button(text="Пуск", width = 10, command = start)          #кнопка "пуск"
btn1.place(x=280, y=85, anchor="nw")

root.mainloop()
```

(рис. 7 – Программный код окна ввода данных)



(рис. 8 – Общий вид окна ввода и симулятора)

### 3.3 Программный код

MUR IDE 0.1.0

```

File View Settings Help
Local [Play] [Stop] [Save] [Folder] [File] [Refresh]
1 from tkinter import *
2 import pymurapi as mur # подключение библиотек
3 import time
4 import math
5 auv = mur.mur_init()
6 root = Tk()
7 #Создание окна
8 root.geometry("400x150")
9 root.title("АкваКоллектор")
10
11 def start():
12     dir = int(entry1.get()) # направление из формы
13     rs = int(entry2.get()) # время из формы
14     glub = int(entry3.get()) # глубина из формы
15     U = 0 # объявление переменных
16     e = 0
17     depth = 0
18     end = 0
19     eold = 0
20     yaw = auv.get_yaw()
21     Kp = 30 # скорость движения
22     sp2 = 0
23     sp3 = 0
24     end = 0
25     eold = 0

```

```

27  auv.open_grabber()
28  time.sleep(1)
29  auv.set_motor_power(2, 40)
30  auv.set_motor_power(3, 40)
31
32  while abs(yaw) < abs(dir)-2:    # поворот в заданном направлении по ПД-регулятору
33      yaw = auv.get_yaw()
34      e = dir - yaw
35      U = (e * 0.5) + (e - eold) * 7
36      sp2 = U
37      sp3 = U*-1
38      auv.set_motor_power(0, sp2)
39      auv.set_motor_power(1, sp3)
40      eold = e
41      time.sleep(0.1)
42
43  auv.set_motor_power(0, Kp)    # движение заданное время
44  auv.set_motor_power(1, Kp)
45  time.sleep(rs)
46  auv.set_motor_power(0, 0)
47  auv.set_motor_power(1, 0)
48  auv.set_motor_power(2, 0)
49  auv.set_motor_power(3, 0)
50  time.sleep(1)
51
52  while end == 0:                # погружение на заданную глубину по П-регулятору
53      depth = auv.get_depth()
54      e = glub - depth
55      U = e * Kp
56      sp2 = U*-1
57      sp3 = U*-1
58      auv.set_motor_power(2, sp2)
59      auv.set_motor_power(3, sp3)
60      time.sleep(0.1)
61      if depth > glub - 0.2 and depth < glub + 0.2:    # активация пробозаборника
62          auv.close_grabber()
63          time.sleep(0.1)
64          auv.drop()
65          time.sleep(0.1)
66          end = 1
67
68  time.sleep(2)

```

```

70  glub = 0
71  while end == 1:                # всплытие по П-регулятору
72      depth = auv.get_depth()
73      e = glub - depth
74      U = e * Kp
75      sp2 = U*-1
76      sp3 = U*-1
77      auv.set_motor_power(2, sp2)
78      auv.set_motor_power(3, sp3)
79      time.sleep(0.1)
80      if depth > 0 and depth < 0.5:
81          end = 0
82
83  auv.set_motor_power(2, 10)
84  auv.set_motor_power(3, 10)
85  e = 0
86  eold = 0
87  end = 0
88  dir = dir - 180
89  if dir < -180:
90      dir = dir + 360

```

```

92     while abs(yaw) > abs(dir)-2:                                     # поворот в обратную сторону
93         yaw = auv.get_yaw()
94         e = dir - yaw
95         U = (e * 0.5) + (e - eold) * 7
96         sp2 = U
97         sp3 = U*-1
98         auv.set_motor_power(0, sp2)
99         auv.set_motor_power(1, sp3)
100        eold = e
101        time.sleep(0.1)
102
103        auv.set_motor_power(0, Kp)    # возвращение в точку отправки
104        auv.set_motor_power(1, Kp)
105        time.sleep(rs)
106        auv.set_motor_power(0, 0)
107        auv.set_motor_power(1, 0)
108        auv.set_motor_power(2, 0)
109        auv.set_motor_power(3, 0)
110        time.sleep(1)
111
112    print("stop")

```

## 4 Актуальность

14.03.2024 года мы ездили в Тихоокеанский океанологический институт имени В. И. Ильичёва ДВО РАН, рассказали о своём проекте, задали интересующие нас вопросы и получили на них ответы.



В нашей встрече принимали участие:

- Шакиров Ренат Белалович, доктор геолого-минералогических наук, заместитель директора, заведующий лабораторией;
- Уланова Ольга Анатольевна, кандидат биологических наук, научный сотрудник, лаборатория гидрохимии;
- Якимов Тимур Сергеевич, младший научный сотрудник,

лаборатория газогеохимии;

- Легкодимов Алексей Александрович, младший научный сотрудник, лаборатория комплексных исследований окружающей среды и минеральных ресурсов;
- Салюк Павел Анатольевич, кандидат физико-математических наук, заведующий лабораторией, лаборатория спутниковой океанологии и лазерного зондирования;
- Пономарева Анна Леонидовна, кандидат биологических наук, лаборатория комплексных исследований окружающей среды и минеральных ресурсов;
- Барабанщиков Юрий Александрович, научный сотрудник, лаборатория гидрохимии.

Выяснили, что для полноценного анализа необходимы пробы объемом от 3 до 5 литров на разных глубинах и на разной удаленности от места добычи. Учитывая небольшие габариты нашего робота, можно использовать несколько таких роботов.

## 5 Источники информации

1. Морская доктрина Российской Федерации: указ Президента РФ от 31 июля 2022 г. N 512 – Доступ из справ.-правовой системы Гарант. – Текст: электронный.
2. ГОСТ Р 53241-2008. Геологоразведка морская. Требования к охране морской среды при разведке и освоении нефтегазовых месторождений континентального шельфа, территориального моря и прибрежной зоны: утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 25 декабря 2008 г. N 778-ст. – URL: <https://meganorm.ru/Data/483/48301.pdf> (дата обращения: 15.03.2024). – Текст: электронный.
3. РД 52.15.880-2019. Руководство по организации и проведению наблюдений, оценке состояния и загрязнения морской среды в районах разведки и разработки морских нефтегазовых месторождений: утвержден Руководителем Росгидромета 22.10.2019, введен в действие приказом Росгидромета от 28.11.2019 № 634. – URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293724/4293724612.htm> (дата обращения: 09.03.2024). – Текст: электронный.
4. Янкевский А.В. Экологические проблемы добычи нефти и газа на шельфе Мирового океана / Янкевский А.В., Ганченко Д.Д., Чернеева Е.В., Щерба В.А. // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 9, №6 (2017). – URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/45TVN617.pdf> (дата обращения: 27.02.2024).
5. Бухгалтер Э.Б. Нормативные аспекты экологического мониторинга при морской нефтегазодобыче в Арктике / Бухгалтер Э.Б., Ильякова Е.Е. // Научно-технический сборник «ВЕСТИ ГАЗОВОЙ НАУКИ» № 2 (13) / 2013 – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/normativnye-aspekty-ekologicheskogo-monitoringa-pri-morskoy-neftegazodobyche-v-arktike/viewer> (дата обращения: 02.02.2024).
6. Экологические проблемы нефтяной промышленности: сайт. – URL: <https://www.snta.ru/press-center/ekologicheskie-problemy-neftyany-promyshlennosti/> (дата обращения: 20.01.2024). – Текст: электронный.
7. ООО Геоэкологический Центр «Изыскания. Проектирование. Мониторинг» Производственный экологический мониторинг в районе расположения объектов месторождения им. Ю. Корчагина в 2023 году, техническое резюме по результатам работ в 2023 г. – URL: <https://lukoil.ru/FileSystem/9/657830.pdf> (дата обращения: 17.05.2024). – Текст: электронный.