

Научная статья

УДК 371.398

DOI: 10.18384/2949-4974-2026-1-43-55

КОНСТРУИРОВАНИЕ АКВАРОБОТОВ ШКОЛЬНИКАМИ В РАМКАХ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ УЧАСТИЯ В СОСТЯЗАНИЯХ

Пустыльник П. Н.

*Российский государственный педагогический университет имени А. И. Герцена,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
e-mail: pustynnikpn@herzen.spb.ru*

Поступила в редакцию 20.06.2025

После доработки 23.06.2025

Принята к публикации 02.07.2025

Аннотация

Цель. Рассмотреть процесс конструирования и программирования школьниками роботов в рамках дополнительного образования и их участие в конкретном состязании.

Методология и методы исследования. Наблюдение, сравнение, анализ и синтез. Информационной базой исследования являются официальные данные, представленные на сайте «Робо-Финист», и наблюдения автора, работавшего в судейской бригаде на состязаниях надводных роботов в категории «Аквароботы».

Результаты. Дано описание конструкций аквароботов и сред программирования, применявшихся школьниками на состязаниях в категории «Аквароботы». Предложена экспериментально проверенная поправка в регламент упражнения «Обход по периметру», исключающая возможность программирования акваробота как автомата, работающего без учёта информации от датчиков. Установлено, что школьники-участники состязаний помогают членам других команд (соперникам) улучшать конструкции и программы путём обмена своими знаниями, умениями и навыками (взаимовыручка).

Теоретическое и/или практическое значение. Теоретическое значение исследования состоит в разработке методики для категории «Аква-трек», исключающей возможность программирования акваробота как автомата, работающего без учёта информации от датчиков; в определении группы умений для развития творческого мышления школьников. Практическая значимость заключается в том, что показано влияние участия школьников в состязаниях аквароботов на приобретение новых предметных знаний, умений и навыков.

Выводы. Участие школьников в состязаниях аквароботов развивает творческое мышление школьников и способствует приобретению новых знаний, умений и навыков, т. к. конструирование акваробота предполагает разработку конструкции с учётом знания гидродинамики и установку датчиков расстояния с учётом знания акустики; программирование акваробота предполагает составление блок-схем с учётом знаний физики; самообразование школьников осуществляется путём обмена своими знаниями, умениями и навыками в процессе помощи членам других команд; является элементом профориентации (участники команд поступают в кораблестроительные или военно-морские университеты). Экспериментально обоснована поправка в регламент упражнения «Обход по периметру».

Ключевые слова: акваробот, конструирование, программирование, методика, задания, состязания

Для цитирования: Пустыльник П. Н. Конструирование аквароботов школьниками в рамках дополнительного образования для участия в соревнованиях // Московский педагогический журнал. 2026. № 1. С. 43–55. <https://doi.org/10.18384/2949-4974-2026-1-43-55>

Original research article

DESIGNING AQUA-ROBOTS BY SCHOOLCHILDREN IN THE FRAMEWORK OF ADDITIONAL EDUCATION FOR PARTICIPATION IN COMPETITIONS

P. Pustynnik

Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, Russian Federation

e-mail: pustynnikpn@herzen.spb.ru

Received by the editorial office 20.06.2025

Revised by the author 23.06.2025

Accepted for publication 02.07.2025

Abstract

Aim. To consider the process of designing and programming robots by schoolchildren in the framework of additional education and their preparation for a specific competition.

Methodology and methods. Observation, comparison, analysis, and synthesis. The research is based on official data presented on the RoboFinist website and the author's observations as a judge at the aqua-robots category of the underwater robot competition.

Results. The paper describes the designs of aqua-robots and programming environments used by schoolchildren in competitions in the "Aqua-robots" category. An (experimentally verified) amendment to the regulations for the perimeter bypass exercise has been proposed, which can eliminate the possibility of programming a surface robot as an automaton operating without considering information from sensors. It has been established that schoolchildren (participants in aqua-robot competitions) help members of other teams (competitors) to improve designs and programs by sharing their knowledge, skills, and abilities (mutual assistance).

Research implications. The theoretical significance of the study lies in developing a methodology for the "Aqua Track" category, eliminating the possibility of programming an aqua-robot as an automaton operating without sensor input, and in identifying a set of skills for developing schoolchildren's creative thinking. The practical significance lies in demonstrating the impact of schoolchildren's participation in aqua-robot competitions on the acquisition of new subject-specific knowledge, skills, and abilities.

Conclusions. Participation of schoolchildren in aqua-robots competitions develops schoolchildren's creative thinking and contributes to the acquisition of new knowledge, skills, and abilities, as the construction of an aqua-robot involves the development of a design based on knowledge of hydrodynamics and the installation of distance sensors based on knowledge of acoustics. The programming of an aqua-robot involves the creation of flowcharts based on knowledge of physics. Self-education of schoolchildren is achieved through the exchange of these principles, skills and abilities in the process of helping other teams. Participants in the competition enter shipbuilding universities or naval universities (career guidance). An amendment to the rules of the "Perimeter Circumambulation" exercise has been experimentally substantiated.

Keywords: aqua-robot, design, programming, methodology, tasks, competitions

For citation: Pustynnik, P. N. (2026). Designing Aqua-Robots by Schoolchildren in the Framework of Additional Education for Participation in Competitions. In: *Moscow Pedagogical Journal*, 1, 43–55. <https://doi.org/10.18384/2949-4974-2026-1-43-55>

ВВЕДЕНИЕ

При изучении робототехники в рамках предмета «Труд (технология)» школьники 5–7-х классов получают знания о физике робота, движущегося по твёрдой поверхности, а в 8–9-м классе изучают беспилотные летательные аппараты. Поэтому знания о надводных роботах школьники могут получить в рамках внеурочной деятельности (если в школе есть бассейн) или в рамках дополнительного образования (если в учреждении ДО есть бассейн). Назначение дополнительного образования описано в 75 статье ФЗ №273¹.

В кружках робототехники оценок школьникам не ставят, поэтому оценивание знаний, умений и навыков (ЗУН) осуществляется в процессе участия школьников в робототехнических состязаниях. Лучшие (победители и призёры) получают грамоты, медали и подарки.

Состязания надводных роботов (аквароботов) отличаются от состязаний колёсных и гусеничных роботов: твёрдая поверхность поля заменена водной поверхностью бассейна. Регламент соревнования описывает требования к надводному роботу, бассейну, критериям оценки выполнения задачи, условиям наложения штрафов на команду и дисквалификации команды. Надводные роботы для каждого конкретного состязания имеют габаритные ограничения, но выбор конструкции робота, электроники и среды программирования школьники осуществляют самостоятельно. В данном исследовании анализируются конструкции и программирование роботов, которые принимали участие в состязаниях аквароботов на Международном робототехническом фестивале «РобоФинист» в 2022–2024 гг.².

Новизна исследования состоит в том, что научных публикаций по теме конструирования и программирования школьниками надводных роботов для участия в робототехнических состязаниях не обнаружено. Имеются научные статьи о морской робототехнике, которые ориентированы на описание подводной робототехники, системы управления и их сравнения с использованием в других странах.

В статье С. А. Трефилова, Г. В. Ходырева [14] представлена задача управления мобильным роботом с использованием ПИД-регулятора, но на состязаниях надводных роботов применялись алгоритмы: релейный регулятор, пропорциональный регулятор и иногда пропорционально-дифференциальный регулятор.

В статье М. М. Татура, Н. С. Игнатюка, А. Д. Коникова [12] изложена методика модельно-ориентированного проектирования управления мобильными роботами с этапами: первый – разработка модели внешней среды, второй – разработка алгоритмов управления. Такой подход актуален для программирования надводных роботов. В статье И. Л. Ермолова [5] представлен модульный подход при разработке структуры подводного робота, который может быть применён при проектировании надводного робота.

В статье А. А. Лазуткина, М. А. Астаповой [7] изложена концепция безэкипажного катера (БЭК) с модульной конструкцией, которая позволяет устанавливать дополнительные детали, напечатанные на 3D-принтере – аккумуляторы, двигатели, средства связи и т. п. – с описанием технологического процесса сборки судна. Эту концепцию можно использовать при конструировании надводных роботов для соревнований.

¹ Статья 75. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 23.05.2025) «Об образовании в Российской Федерации». URL: <https://www.consultant.ru/document> (дата обращения: 17.06.2025).

² РобоФинист 2022: официальный сайт. URL: <https://robofinist.ru/event/info/bids/id/705> (дата обращения: 04.05.2025); РобоФинист 2023: официальный сайт. URL: <https://robofinist.ru/event/info/bids/id/841> (дата обращения: 03.05.2025); РобоФинист 2024: официальный сайт. URL: <https://robofinist.ru/event/info/bids/id/1000> (дата обращения: 02.05.2025).

В статье А. Ю. Бельшева [2] изложено внедрение элементов робототехники в образовательный процесс с целью развития у школьников навыков командной работы при решении технических проблем, но при этом нет информации о надводных роботах. В статье Э. А. Игнатевой [6] даны варианты использования элементов искусственного интеллекта. Описаны проекты с Vex IQ, но в конструкциях надводных роботов элементы Vex IQ до 2025 г. школьники не использовали.

В статье В. К. Маркелова, С. А. Зайцевой, В. С. Киселёва [9] описано обучение робототехнике с Lego WeDo 2.0, Lego Education Spike и Lego Education MindStorms EV3, но о возможности конструирования надводных роботов информации нет. В статье А. В. Савченкова, Н. В. Увариной, С. А. Изюмниковой, А. А. Жукова [4] отмечено, что система цифрового гражданско-патриотического воспитания может быть реализована на базе сайта технопарка, так как кабинеты технопарка позволяют проводить мероприятия гражданско-патриотической направленности, но нет описания роли образовательной робототехники в гражданско-патриотическом воспитании.

В статье А. А. Фокиной, Р. В. Каменева, О. А. Чиковой, М. А. Витюнина [15] сделан вывод, что фокус внимания в обучении робототехнике нужно перенести на совершенствование универсальных учебных действий обучаемых, но нет информации об участии или неучастии школьников в робототехнических соревнованиях. В статье С. С. Белоконовой, М. С. Плотниковой [1] уточнено, что визуальное программирование в будущем заменит текстовое, т. к. современное поколение – это поколение, ориентированное на визуализацию информации с клиповым мышлением. Дан обзор возможностей MIT App Inventor (платформы для разработки Android-приложений, но в начале работы необходимо привязать Google-аккаунт) с описанием: ПиктоМира, Blockly, Scratch, а также Edublocks.org

(синтез Scratch и Python). Однако нет информации о среде TRIK Studio, которая была создана в г. Санкт-Петербурге (РФ).

В статье В. И. Токтаровой, Д. А. Семёновой [13] обосновывается необходимость изучения педагогами основ работы с искусственным интеллектом (ИИ), но ничего не говорится об использовании искусственного интеллекта в образовательной робототехнике, а в Vex IQ применяются элементы ИИ при работе с видеосенсором.

В статье Р. В. Мещерякова, Б. В. Илюхина [10] описаны состязания на Кубок РТК: регламент, полигоны, организации проводящие соревнования, но нет описания роботов и используемых программных сред. Отмечено, что робототехнические соревнования – это вариант профориентационной работы. В статье А. М. Маевского, В. Ю. Занина, И. В. Кожемякина [8] описана система взаимодействия надводных судов и подводных роботов для работы в Арктическом регионе, которая может быть применена в рамках соревнований образовательной робототехники.

В статье Е. В. Фалеевой, Р. А. Ещенко, Е. В. Зверева, Т. В. Бажеко [11] предлагается разрабатывать гибкую систему управления роем БЭК с использованием современных технологий в области робототехники для адаптации к меняющимся сценариям применения роботов, что востребовано в рамках СВО на Чёрном море, где БЭК ВСУ каждый год пытаются уничтожить Крымский мост и корабли Черноморского флота РФ. В статье А. А. Борейко, Г. Ю. Илларионова [3] выделено, что к созданию больших и сверхбольших автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА) приступили США, Великобритания, Китай, Канада, Австралия, Франция, Норвегия, Италия, Индия, КНДР и Республика Корея.

Всё вышеизложенное свидетельствует о новизне и актуальности темы исследования, о необходимости подготовки школьников к конструированию и про-

граммированию роботов как в рамках учебного предмета «Труд (технология)», так и дополнительного образования для участия в конкретном состязании.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Целью статьи является рассмотрение процесса конструирования и программирования школьниками роботов в рамках дополнительного образования для их участия в различных состязаниях. Для достижения данной цели решались следующие задачи:

- 1) описание состязаний в категории «Аквароботы», которые способствуют развитию творческого мышления школьников и овладению робототехническими умениями;
- 2) раскрытие методики создания надводных роботов (конструирования, программирования, экспериментирования).

О состязаниях в категории «Аквароботы»

В Санкт-Петербурге ежегодно (кроме 2019–2021 гг. из-за коронавируса) проводится Международный робототехнический фестиваль «РобоФинист» (надводные роботы, наземные роботы, летающие роботы, ВЕАМ-роботы). Изменение числа категорий по годам даны в таблице 1. В регламенте фестиваля под аквароботами понимаются надводные роботы с габаритами не более следующих: длины

0,6 м, ширины 0,4 м, высоты 0,4 м. При разработке конструкции надводного робота школьникам необходимо учитывать колебания водной поверхности в бассейне, которые возникают при движении акваробота. Поэтому школьникам приходится:

- а) разрабатывать конструкцию, которая при движении инициирует формирование волны наименьшей высоты;
- б) устанавливать датчики расстояния таким образом, чтобы отражённый луч от поверхности борта бассейна мог быть принят с наименьшими искажениями;
- в) располагать контроллер и моторы так, чтобы их не заливала вода;
- г) программировать, составляя оптимальные блок-схемы.

Создание надводного робота сопровождается приобретением школьниками знаний по гидродинамике, электротехнике, электронике и информатике, а также умениями и навыками работы с ручным инструментом и осмысленным применением алгоритмов при составлении программ движения акваробота.

Соревновательный аспект. 2022 год: бассейн с габаритами 2х6 м, возраст участников не ограничен, 8 заявок, 4 задания: гонки, обход по периметру, петля, две петли (обход по кругу, обход по восьмёрке). Критерий оценки: время прохождения с учётом штрафных секунд (касание борта бассейна, касание буя).

Таблица 1 / Table 1

Проведение фестиваля «РобоФинист» / The “RoboFinist” Festival

Год	Дата	Место	Примечание
2024	07–10.10	DAA Design District	40 категорий
2023	29.10–01.11	DAA Design District	51 категория
2022	19–23.10	DAA Design District	34 категории

Источник: РобоФинист 2022; РобоФинист 2023; РобоФинист 20241.

¹ РобоФинист 2022: официальный сайт. URL: <https://robofinist.ru/event/info/bids/id/705> (дата обращения: 04.05.2025).
РобоФинист 2023: официальный сайт. URL: <https://robofinist.ru/event/info/bids/id/841> (дата обращения: 03.05.2025).
РобоФинист 2024: официальный сайт. URL: <https://robofinist.ru/event/info/bids/id/1000> (дата обращения: 02.05.2025).

2023 год: бассейн с габаритами 2х4 м, возраст участников не ограничен, 12 заявок, 4 задания: обход по периметру, петля, две петли (обход по кругу), две петли (обход по восьмёрке). Критерий оценки: время прохождения с учётом штрафных секунд (касание борта бассейна, касание буя).

2024 год: бассейн с габаритами 2х4 м, возраст участников не ограничен, 22 заявки, 4 задания: Обход по периметру, Петля, Две петли (обход по кругу), Две петли (обход по восьмёрке). Критерий оценки: время прохождения с учётом штрафных секунд (касание борта бассейна, касание буя).

2025 год (был осенью): бассейн с габаритами 2х4 м, возраст участников *ограничен* (не старше 2006 года рождения),

4 задания: обход по периметру, петля, две петли (обход по кругу), две петли (обход по восьмёрке). Критерий оценки: время прохождения с учётом штрафных секунд (касание борта бассейна, касание буя).

Возрастающее число команд в категории «Аквароботы» в 2022–2024 гг. показывает рост интереса к надводным роботам в разных регионах (см. табл. 2).

Система начисления штрафов и баллов 2022 года вызывала дискуссии между судьями и руководителями команд, поэтому в феврале 2023 года были внесены изменения:

1) *введены* коэффициенты сложности k_i , на которые умножается результат выполнения соответствующего упражнения y_i и вычисляется итоговый результат Σ участника:

Таблица 2 / Table 2

Географический аспект, шт. / Geographical aspect, pc.

Описание	2022	2023	2024
г. Астрахань	0	1	2
г. Долгопрудный, Московская область	0	1	2
г. Ишимбай, Республика Башкортостан	0	1	0
г. Керман, Исламская Республика Иран	0	0	1
г. Краснодар	0	0	1
г. Миасс, Челябинская область	0	1	1
г. Москва	0	0	1
г. Новосибирск	0	0	3
г. Самара	0	0	1
г. Санкт-Петербург, Василеостровский район	0	1	1
г. Санкт-Петербург, Колпинский район	3	3	5
г. Санкт-Петербург, Фрунзенский район	1	0	0
г. Санкт-Петербург, Центральный район	3	4	3
г. Ярославль	0	0	1
п. Новоселово, Ленинградская область	1	0	0
Всего аквароботов	8	12	22

Источник: подсчитано автором по данным РобоФинист 2022; РобоФинист 2023; РобоФинист 2024¹.

¹ РобоФинист 2022: официальный сайт. URL: <https://robofinist.ru/event/info/bids/id/705> (дата обращения: 04.05.2025).

РобоФинист 2023: официальный сайт. URL: <https://clck.ru/3Srxev> (дата обращения: 03.05.2025).

РобоФинист 2024: официальный сайт. URL: <https://robofinist.ru/event/info/bids/id/1000> (дата обращения: 02.05.2025).

$$\sum = \sum_{i=0}^{i=4} k_i * y_i$$

Победителем будет признан участник с наименьшим итоговым результатом.

2) пункт о дисквалификации команды в случае наезда робота на буй, когда буй полностью уходит под воду, *отменён*, т. к. такое событие не наблюдалось ни одного раза, ни в одном соревновании.

3) упражнение № 1 «Гонки» *отменено*, из-за примитивности: начало движения от одного фронтального борта бассейна, касание второго фронтального борта бассейна, разворот и возвращение к стартовому борту.

4) габариты бассейна *изменены* после приобретения нового бассейна.

5) упражнению № 2 «Обход по периметру» присвоили № 1 (см. рис. 1а). На открытом зимнем чемпионате Санкт-Петербурга (3-4.12.2022) с этим упражнением больше половины команд не

справилась, поэтому линию движения (расстояние от борта бассейна) *переместили* на 100 мм (ныне это расстояние равно 300 мм от борта). К сожалению, в регламент *не внесено* разрешение роботу отклоняться от линии (покидать её) на 5 секунд с обязательным возвращением на линию (как у наземных роботов).

Упражнению № 3 «Петля» присвоили № 2 (см. рис. 1б). После карантина судья смещает буй вдоль продольной линии на произвольное расстояние, но между бумом и стартовым фронтальным бортом бассейна расстояние должно быть не менее 1 метра.

6) упражнение № 4 «Две петли» разделили на два и присвоили им № 3 «Две петли» и № 4 «Восьмёрка» (см. рис. 2). После карантина судья смещает буи вдоль продольной линии на произвольное расстояние, но между буюми, а также бумом и ближним к бую фронтальным бортом бассейна расстояние должно быть не менее 1 метра. Обход бумов с левой стороны.

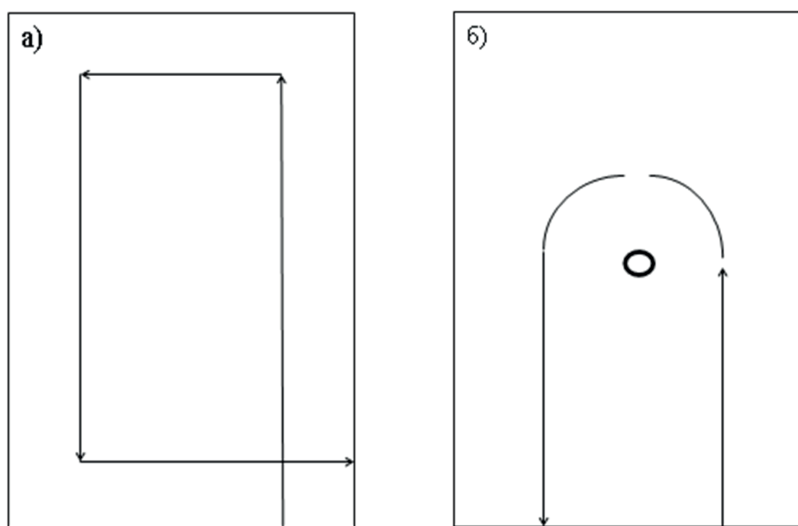


Рис. 1 / Fig. 1. Схемы движения: а) «Обход по периметру»; б) «Петля» / Traffic patterns: a) “Perimeter Circumambulation”; b) “Loop”

Источник: РобоФинист 2022; РобоФинист 2023; РобоФинист 2024¹.

¹ РобоФинист 2022: официальный сайт. URL: <https://robofinist.ru/event/info/bids/id/705> (дата обращения: 04.05.2025).

РобоФинист 2023: официальный сайт. URL: <https://clck.ru/3SrxeV> (дата обращения: 03.05.2025).

РобоФинист 2024: официальный сайт. URL: <https://clck.ru/3SrydF> (дата обращения: 02.05.2025).

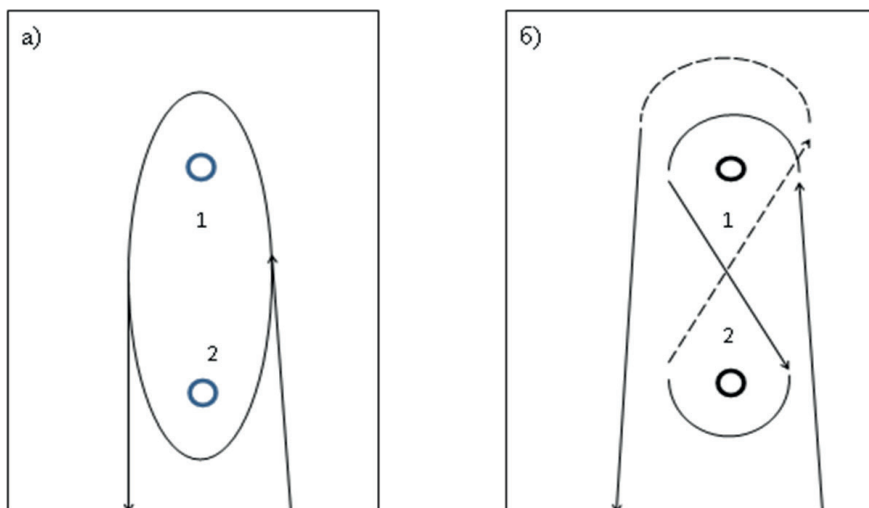


Рис. 2 / Fig. 2. Схемы движения: а) «Две петли» и б) «Восьмёрка» / Traffic patterns: a) “Two loops” and b) “Figure Eight”

Источник: РобоФинист 2022; РобоФинист 2023; РобоФинист 2024¹.

Упражнения № 3 и № 4 получили названия: «Две петли (обход по кругу)» и «Две петли (обход по восьмёрке)».

Методика создания надводных роботов

Рассмотрим методику конструирования, программирования и экспериментирования надводных роботов.

Конструирование. В период 2022–2024 гг. участники активно экспериментировали с конструкциями надводных роботов. В таблице 3 представлены типы конструкций, из которых наиболее выбираемыми оказались: катамаран и плот.

В таблице 4 перечислены варианты типов конструкций, из которых наиболее выбираемыми оказались:

- а) катамаран, 2 гребных винта (расположены параллельно) на корме;
- б) катамаран, 2 гребных колеса по бортам;
- в) плот, 2 гребных колеса по бортам.

Таблица 3 / Table 3

Типы конструкций, шт. / Types of structures, pc.

Описание	2022	2023	2024
Катамаран	8	10	10
Лодка	0	1	2
Плот	0	0	9
Тримаран	0	0	1
Мантa (форма рыбы)	0	1	0

Источник: подсчитано автором по данным РобоФинист 2022; РобоФинист 2023; РобоФинист 2024².

Самым необычным корпусом был признан робот с корпусом в форме рыбы «Мантa», распечатанным на 3D-принтере (см. фото 1).

Программирование. Для программирования контроллеров и микроконтроллеров (см. табл. 5) участники использовали различные среды (см. табл. 6) и языки программирования. На плате Arduino

¹ РобоФинист 2022: официальный сайт. URL: <https://robofinist.ru/event/info/bids/id/705> (дата обращения: 04.05.2025).

РобоФинист 2023: официальный сайт. URL: <https://clck.ru/3Srxev> (дата обращения: 03.05.2025).

РобоФинист 2024: официальный сайт. URL: <https://clck.ru/3SrydF> (дата обращения: 02.05.2025).

² Там же.

Таблица 4 / Table 4

Варианты конструкций, шт. / Variants of structures, pc.

Описание	2022	2023	2024
Катамаран, 1 винторулевая колонка с 2 соосными гребными винтами на корме	1	0	0
Катамаран, 1 винторулевая колонка с гребным винтом на корме	0	1	0
Катамаран, 1 гребной винт и руль (на корме)	0	0	0
Катамаран, 2 винторулевые колонки (расположены на корме)	0	1	0
Катамаран, 2 винторулевые колонки (расположены по продольной оси)	0	1	0
Катамаран, 2 гребных винта (расположены параллельно) на корме	3	1	3
Катамаран, 2 гребных винта (расположены параллельно) на корме и 2 гребных винта (расположены по бортам)	0	1	1
Катамаран, 2 гребных винта (расположены параллельно) на корме и руль	0	1	1
Катамаран, 2 гребных винта (расположены по бортам)	0	1	0
Катамаран, 2 гребных колеса по бортам	4	3	5
Лодка, гребной винт, руль (на корме)	0	1	2
Манта (рыба), 2 гребных винта (расположены по бортам)	0	1	0
Плот (шестигранный), 2 гребных винта (расположены параллельно) на корме	0	0	1
Плот, 2 винторулевые колонки (расположены по продольной оси) и 2 гребных винта	0	0	2
Плот, 2 гребных винта (расположены параллельно) на корме и 2 гребных колеса по бортам	0	0	2
Плот, 2 гребных колеса по бортам	0	0	4
Тримаран, 2 гребных колеса по бортам	0	0	1
Всего аквароботов	8	12	22

Примечание 1. Винторулевая колонка – гребной винт может поворачиваться на 360 градусов.

Источник: подсчитано автором по данным РобоФинист 2022; РобоФинист 2023; РобоФинист 2024¹.



Фото 1 / Photo 1. Надводный робот «Манта» / Aqua-robot “Manta”

Источник: фотография автора.

¹ РобоФинист 2022: официальный сайт. URL: <https://robofinist.ru/event/info/bids/id/705> (дата обращения: 04.05.2025).
РобоФинист 2023: официальный сайт. URL: <https://clck.ru/3SrxeV> (дата обращения: 03.05.2025).
РобоФинист 2024: официальный сайт. URL: <https://clck.ru/3SrydF> (дата обращения: 02.05.2025).

Uno установлен микроконтроллер AT-mega328P.

Таблица 5 / Table 5

Контроллеры и платы, шт. / Controllers and boards, pc.

Описание	2022	2023	2024
EV3	8	8	17
Arduino Uno	0	2	5
ESP 32	0	1	0
STM 32	0	1	0

Источник: подсчитано автором по данным РобоФинист 2022; РобоФинист 2023; РобоФинист 2024¹.

Большинство участников устанавливали контроллер EV3, но четыре команды в 2024 году выбрали плату Arduino Uno.

Таблица 6 / Table 6

Среды программирования, шт. / Programming environments, pc.

Описание	2022	2023	2024
TRIK Studio	6	7	10
RobotC	1	1	5
CLEV3R IDE	1	0	0
Lego Mindstorms EV3 (блоки)	0	0	2
Arduino IDE	0	4	5

Источник: подсчитано автором по данным РобоФинист 2022; РобоФинист 2023; РобоФинист 2024².

Из сред программирования участники чаще выбирали среду визуального программирования TRIK Studio, а при составлении кода программы из алгоритмов использовали релейный регулятор, пропорциональный регулятор или пропорционально-дифференциальный регулятор.

Для ориентации в бассейне на надводных роботов устанавливали два (иногда три) датчика расстояния (ультразвуковые или инфракрасные), один датчик касания и иногда – гиродатчик.

Экспериментирование. Проблема: при выполнении упражнения «Обход по периметру» некоторые участники составляли программы без применения датчиков расстояния – роботы движутся по периметру, используя энкодеры. Регламентом это не запрещено, но это использование робота как автомата, не учитывающего возможное изменение периметра путём установки фальш-борта.

15.02.2025 в рамках Открытых состязаний Колпинского района Санкт-Петербурга по робототехнике «ТехноКолпино-2025» был поставлен эксперимент (разработчик методики изменения периметра трассы в бассейне: Андрей Анатольевич Логинов, судья состязания в категории «Акватрек»: Пустыльник Пётр Наумович). Участвовало шесть надводных роботов: пять команд представили катамараны с гребными винтами, а одна – плот. Электроника на надводных роботах представлена контроллерами EV3 (5 команд) и Spike (1 команда).

Суть экспериментальной методики: установка фальш-борта в бассейн под углом 30 или 60 градусов перед попыткой, что меняет периметр трассы (см. рис. 3)³.

Результаты эксперимента

Участники, ориентированные на прохождение трассы без использования датчиков расстояния, не смогли выполнить это упражнение.

Из команд, стремившихся пройти периметр с наибольшей скоростью, только

¹ РобоФинист 2022: официальный сайт. URL: <https://clk.ru/3SsYjt> (дата обращения: 04.05.2025).
РобоФинист 2023: официальный сайт. URL: <https://clk.ru/3SrxeV> (дата обращения: 03.05.2025).
РобоФинист 2024: официальный сайт. URL: <https://clk.ru/3SydF> (дата обращения: 02.05.2025).

² Там же.

³ Открытые состязания Колпинского района Санкт-Петербурга по робототехнике на кубок главы администрации Колпинского района Санкт-Петербурга «ТехноКолпино-2025». URL: <https://robofinist.ru/event/info/bids/id/1254> (дата обращения: 08.05.2025).

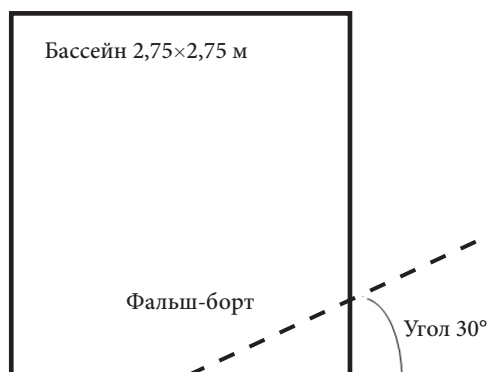


Рис. 3 / Fig. 3. Схема бассейна с фальш-бортом / A diagram of a pool with a raised board

Источник: Открытые состязания Колпинского района Санкт-Петербурга по робототехнике на кубок главы администрации Колпинского района Санкт-Петербурга «ТехноКолпино-2025». URL: <https://robofinist.ru/event/info/bids/id/1254> (дата обращения 08.05.2025).

одна показала лучшие результаты в трёх попытках.

Второе место заняла команда (плот), которая ориентировалась на точность определения расстояния до борта бассейна (конфигурация плота ограничивает скорость).

Третье место заняла команда с контроллером Spike (до начала состязаний никто из других команд не верил, что эта команда сможет выполнить упражнение).

В процессе состязаний (между попытками) школьники вносили:

1) изменения в конструкции аквароботов с целью минимизации волны, возникающей у носовой части робота, т. к. при отражении от борта бассейна волна раскачивала акваробота, что снижало точность определения расстояния до препятствия;

2) совершенствовали программы движения аквароботов.

Однако самым важным умением, которое проявилось в процессе состязания, следует считать готовность школьников помогать членам других команд (соперникам!) улучшать конструкции и программы путём обмена своими ЗУН.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье рассмотрены результаты выбора школьниками конструкций аквароботов и алгоритмов программ для участия их в состязаниях в категории «Аквароботы».

Участие школьников в состязаниях аквароботов:

1. Развивает творческое мышление школьников и способствует приобретению новых знаний, умений и навыков, т. к.:

1.1 конструирование надводного робота предполагает:

а) разработку конструкции, которая при движении инициирует формирование волны наименьшей высоты (колебания поверхности воды влияют на показания ультразвуковых датчиков расстояния);

б) установку датчиков расстояния таким образом, чтобы отражённый луч от поверхности борта бассейна мог быть принят с наименьшими искажениями;

в) размещение контроллера и моторов так, чтобы их не заливала вода.

1.2 программирование надводного робота предполагает составление оптимальных блок-схем с учётом инерции движения (в бассейне не надо учитывать силы трения).

1.3 самообразование школьников путём обмена своими знаниями, умениями и навыками в процессе помощи членам других команд (соперникам) с целью улучшения их конструкций и программ (это особенность робототехнических состязаний).

2. Является элементом профориентации (участники команд поступают в кораблестроительные или военно-морские университеты).

Изменение регламента фестиваля «РобоФинист» для выполнения упражнения «Обход по периметру» с учётом методики, разработанной для категории «Аква-трек» и апробированной на состязаниях «ТехноКолпино-2025», исключит возможность программирования надво-

дного робота как автомата, работающего без учёта информации от датчиков.

Можно предположить, что в 2025 г. чис-

ло команд, выбирающих для программирования RobotC и Arduino IDE, возрастёт и уровень состязаний будет намного выше.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белоконова С. С., Плотникова М. С. Применение визуальных средств в обучении программированию // Вестник Таганрогского института имени А. П. Чехова. 2024. № 2. С. 11–23.
2. Бельшев А. Ю. О педагогических компетенциях учителей, необходимых для применения элементов робототехники в школьном образовательном процессе // Отечественная и зарубежная педагогика. 2024. Т. 1, № 3 (99). С. 158–169. DOI: 10.24412/2224-0772-2024-99-158-169.
3. Борейко А. А., Илларионов Г. Ю. Разработка автономных необитаемых подводных аппаратов большого и сверхбольшого водоизмещения в иностранных военно-морских флотах // Подводные исследования и робототехника. 2025. № 1 (51). С. 29–40. DOI: 10.37102/1992-4429_2025_51_01_03.
4. Возможности технопарка в реализации системы цифрового гражданско-патриотического воспитания в вузе / А. В. Савченков, Н. В. Уварина, С. А. Изюмникова, А. А. Жуков // Вестник Мининского университета. 2024. Т. 12, № 2. URL: <https://www.minin-vestnik.ru/jour> (дата обращения: 11.12.2026). DOI: 10.26795/2307-1281-2024-12-2-7.
5. Ермолов И. Л. Применение роботов вертикального перемещения для очистки корпусов судов от обрастаний // Подводные исследования и робототехника. 2024. № 3 (49). С. 76–82. DOI: 10.37102/1992-4429_2024_49_03_07.
6. Игнатьева Э. А. Интеграция искусственного интеллекта в образовательные проекты по робототехнике // Ярославский педагогический вестник. 2024. № 5 (140). С. 93–101. DOI: 10.20323/1813-145X-2024-5-140-93.
7. Лазукин А. А., Астапова М. А. Результаты разработки проекта модульного безэкипажного катера с применением 3D-печати // Морские интеллектуальные технологии. 2024. № 4-1 (66). С. 21–28. DOI: 10.37220/mit.2024.66.4.002.
8. Маевский А. М., Занин В. Ю., Кожемякин И. В. Перспективные высокотехнологичные экспортно-ориентированные и востребованные внутренним рынком направления морской робототехники // Робототехника и техническая кибернетика. 2022. № 10 (1). С. 5–13. DOI: 10.31776/RTSJ.10101.
9. Маркелов В. К., Зайцева С. А., Киселёв В. С. Содержательный и методический аспекты подготовки педагогов по образовательной робототехнике в России // Вестник Владимирского государственного университета им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. Серия: Педагогические и психологические науки. 2023. № 52 (71). С. 75–87.
10. Мещеряков Р. В., Илюхин Б. В. Обзор соревновательной робототехники. Специальная и спасательная робототехника // Робототехника и техническая кибернетика. 2023. Т. 11, № 1. С. 5–11. DOI: 10.31776/RTSJ.11101.
11. Разработка архитектуры автономно управляемого роя роботов / Е. В. Фалеева, Р. А. Ещенко, Е. В. Зверева, Т. В. Бажено // Бюллетень результатов научных исследований. 2024. № 3. С. 154–169. DOI: 10.20295/2223-9987-2024-03-154-169.
12. Татур М. М., Игнатюк Н. С., Конилов А. Д. Методика модельно-ориентированного проектирования алгоритмов управления мобильными роботами // Доклады БГУИР. 2024. Т. 22, № 1. С. 91–99. DOI: 10.35596/1729-7648-2024-22-1-91-99.
13. Токтарова В. И., Семёнова Д. А. Модель непрерывной подготовки педагогов в новой цифровой реальности: программы дополнительного профессионального образования // Управление устойчивым развитием. 2023. № 1 (44). С. 79–87. DOI: 10.55421/2499992X_2023_1_79.
14. Трефилов С. А., Ходырев Г. В. Разработка математической модели высокоманевренного робота для имитации роботов различных типов конструкций // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. 2024. Т. 27, № 3. С. 38–48. DOI: 10.22213/2413-1172-2024-3-38-48.
15. Удовлетворённость обучением робототехнике в условиях дополнительного образования / А. А. Фокина, Р. В. Каменев, О. А. Чикова, М. А. Витюнин // Педагогическое образование в России. 2024. № 4. С. 362–376.

REFERENCES

1. Belokonova, S. S. & Plotnikova, M. S. (2024). Application of Visual Aids in Teaching Programming. In: *Bulletin of the Taganrog Institute named after A. P. Chekhov*, 2, 11–23 (in Russ.).
2. Belyshev, A. Yu. (2024). On the Pedagogical Competencies of Teachers Necessary for the Application of Robotics Elements in the School Educational Process. In: *National and Foreign Pedagogy*, 1, 3 (99), 158–169. DOI: 10.24412/2224-0772-2024-99-158-169 (in Russ.).
3. Boreiko, A. A. & Illarionov, G. Yu. (2025). Development of Autonomous Unmanned Underwater Vehicles of Large and Super-Large Displacement in Foreign Navies. In: *Underwater Investigations and Robotics*, 1 (51), 29–40. DOI: 10.37102/1992-4429_2025_51_01_03 (in Russ.).
4. Savchenkov, A. V., Uvarina, N. V., Izumnikova, S. A. & Zhukov, A. A. (2024). Potential of a Technology Park in the Implementation of a Digital Civic-patriotic Education System in a University. In: *Vestnik of Minin University*, 12, 2. URL: <https://www.minin-vestnik.ru/jour> (accessed: 11.12.2026). DOI: 10.26795/2307-1281-2024-12-2-7 (in Russ.).
5. Ermolov, I. L. (2024). Application of Vertical-movement Robots for Cleaning Ship Hulls from Fouling. In: *Underwater Investigations and Robotics*, 3 (49), 76–82 (in Russ.). DOI: 10.37102/1992-4429_2024_49_03_07.
6. Ignatyeva, E. A. (2024). AI Integration into Educational Projects on Robotics. In: *Yaroslavl Pedagogical Bulletin*, 5 (140), 93–101 (in Russ.). DOI: 10.20323/1813-145X-2024-5-140-93.
7. Lazukin, A. A. & Astapova, M. A. (2024). Results of the Development of a Modular Unmanned Boat Project Using 3D Printing. In: *Marine Intellectual Technologies*, 4-1 (66), 21–28 (in Russ.). DOI: 10.37220/mit.2024.66.4.002.
8. Maevsky, A. M., Zinin, V. Yu. & Kozhemyakin, I. V. (2022). Promising High-Tech Export-Oriented Areas of Marine Robotics Demanded by the Domestic Market. In: *Robotics and Technical Cybernetics*, 10 (1), 5–13 (in Russ.). DOI: 10.31776/RTCJ.10101.
9. Markelov, V. K., Zaitseva, S. A. & Kiselev, V. S. (2023). Substantive and Methodological Aspects of Training Teachers in Educational Robotics in Russia. In: *Bulletin of Vladimir State University named after A. G. and N. G. Stoletovs. Series: Pedagogical and Psychological Sciences*, 52 (71), 75–87 (in Russ.).
10. Meshcheryakov, R. V. & Ilyukhin, B. V. (2023). Review of Competitive Robotics. Special and Rescue Robotics. In: *Robotics and Technical Cybernetics*, 11, 1, 5–11 (in Russ.). DOI: 10.31776/RTCJ.11101.
11. Faleeva, E. V., Yeshchenko, R. A., Zvereva, E. V. & Bazheko, T. V. (2024). Development of the Architecture of an Autonomously Controlled Swarm of Robots. In: *Bulletin of Scientific Research Results*, 3, 154–169. DOI: 10.20295/2223-9987-2024-03-154-169 (in Russ.).
12. Tatur, M. M., Ignatyuk, N. S. & Konikov, A. D. (2024). Methodology of Model-based Design of Control Algorithms for Mobile Robots In: *Doklady BGUIR*, 22, 1, 91–99 (in Russ.). DOI: 10.35596/1729-7648-2024-22-1-91-99.
13. Toktarova, V. I. & Semenova, D. A. (2023). Model of Continuous Training of Teachers in the New Digital Reality: Continuing Professional Education Programs. In: *Sustainable Development Management*, 1 (44), 79–87. DOI: 10.55421/2499992X_2023_1_79 (in Russ.).
14. Trefilov, S. A. & Khodyrev, G. V. (2024). Development of a Mathematical Model of a Highly Maneuverable Robot for Simulating Robots of Various Design Types. In: *Bulletin of the Izhevsk State Technical University named after M. T. Kalashnikov*, 27, 3, 38–48 (in Russ.). DOI: 10.22213/2413-1172-2024-3-38-48.
15. Fokina, A. A., Kamenev, R. V., Chikova, O. A. & Vityunin, M. A. (2024). Satisfaction With Robotics Training in the Context of Additional Education. In: *Pedagogical Education in Russia*, 4, 362–376 (in Russ.).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Пустыльник Пётр Наумович (г. Санкт-Петербург) – кандидат технических наук, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры технологического образования Института информационных технологий и технологического образования Российского государственного педагогического университета имени А. И. Герцена;

ORCID: 0000-0002-9582-4074; e-mail: pustynnikpn@ Herzen.spb.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Petr N. Pustyl'nik (St. Petersburg) – Cand. Sci. (Philology), Assoc. Prof., Department of Technological Education, Institute of Information Technology and Technological Education, Herzen State Pedagogical University of Russia;

ORCID: 0000-0002-9582-4074; e-mail: pustyl'nikpn@herzen.spb.ru