

Выписка из основной образовательной программы основного общего
образования МАОУ Вторая гимназия

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

«Подводная робототехника»

для учащихся 5 - 8 классов

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Курс «Подводная робототехника» имеет практико-ориентированную и проектную направленность. Он знакомит учащихся 5–8 классов с основами гидродинамики, теории корабля, трехмерного моделирования, аддитивных технологий, электроники и программирования на языках C++ и Python. В ходе обучения школьники осваивают полный цикл создания беспилотных систем: от сборки надводных роботизированных катеров до конструирования телеуправляемых подводных аппаратов (ТНПА). Учащиеся самостоятельно разрабатывают корпуса в CAD-системах, изготавливают их с помощью 3D-печати, настраивают связку микроконтроллеров ESP и микрокомпьютеров Raspberry Pi, интегрируют лидары, датчики расстояния, камеры и инерциальные модули (IMU), а также обеспечивают надежную герметизацию для работы на глубинах до 10 метров. Программа построена на модульном принципе и предусматривает постепенное усложнение задач — от надводного маневрирования к подводному погружению. Особое внимание уделяется развитию навыков работы в команде, критического мышления и умения представлять результаты своей инженерной деятельности, что является ключевыми компетенциями для успешного участия в соревнованиях, подобных НТО.

Основной целью освоения содержания программы является развитие у обучающихся познавательных интересов, алгоритмического и технического мышления, пространственного воображения, интеллектуальных, творческих, коммуникативных и организаторских способностей посредством освоения основ разработки надводных и подводных робототехнических систем.

Задачами курса внеурочной деятельности «Подводная робототехника» являются:

Формирование представлений о созидательных составляющих современной техносферы, морской индустрии, беспилотном флоте, океанологии и технологиях автоматизации;

Освоение технологического подхода как универсального алгоритма преобразующей деятельности в сфере сквозного проектирования, аддитивного производства (3D-печать) и программирования;

Формирование представлений о технологической культуре производства, развитие культуры труда подрастающего поколения на основе включения обучающихся в разнообразные виды деятельности по созданию личностно или общественно значимых продуктов труда в области морских IT-технологий;

Овладение необходимыми в повседневной жизни базовыми (безопасными) приёмами ручного и механизированного труда с использованием слесарных инструментов, паяльного оборудования, 3D-принтеров и микрокомпьютерных систем;

Овладение специальными умениями, необходимыми для проектирования, трехмерного моделирования, расчета плавучести, гидроизоляции и автоматизации управления сложными техническими объектами;

Формирование у обучающихся опыта самостоятельной проектно-исследовательской деятельности по созданию, отладке и натурным испытаниям надводных и подводных интеллектуальных алгоритмов в искусственных водоемах;

Воспитание трудолюбия, бережливости, аккуратности, целеустремлённости, предприимчивости, ответственности за результаты своей деятельности, уважительного отношения к людям различных инженерных профессий и результатам их труда;

Профессиональное самоопределение школьников в условиях рынка труда, формирование гуманистически и прагматически ориентированного мировоззрения, социально обоснованных ценностных ориентаций в эпоху цифровизации и роботизации;

Развитие умения оценивать свои профессиональные интересы и склонности в плане подготовки к обучению профессиональной деятельности в сфере высоких технологий, владение методиками оценки своих профессиональных предпочтений.

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Введение. Предмет и задачи курса. Понятие надводного беспилотного судна (катера) и телеуправляемого подводного аппарата (ТНПА). История развития подводных технологий, водолазного дела и беспилотного флота. Современные направления применения роботов в океанологии, добыче полезных ископаемых, спасательных операциях, экологии и мониторинге гидросооружений. Переходные особенности проектирования роботизированных систем при смене сред: от надводного маневрирования к подводному погружению. Оборудование, программное обеспечение учебной лаборатории и правила безопасной работы за компьютером, паяльным, слесарным инструментом и правила техники безопасности при проведении испытаний вблизи воды и плавательного бассейна.

Физические основы гидродинамики и теории корабля. Физические основы плавания тел: закон Архимеда, гидростатическое давление на глубинах до 10 метров, условия плавучести. Понятие центра тяжести и центра величины, остойчивость, крен и дифферент судна. Силы сопротивления водной среды при движении надводных и подводных объектов. Расчет и балансировка плавучести аппарата с помощью грузов и поплавков для достижения нейтральной плавучести.

3D-моделирование и аддитивные технологии (CAD/CAM). Понятие трехмерного моделирования и аддитивного производства. Знакомство с интерфейсом, инструментами и логикой построения твердотельных моделей в CAD-системах. Создание эскизов, операции выдавливания, вращения, скругления и фаски. Особенности проектирования деталей для работы под водой: учет усадки пластика, толщина стенки, ребра жесткости. Проектирование элементов рамы, моторам и рулей надводного катера. Проектирование герметичных электронных боксов, фланцев, крышек и креплений подводных движителей. Изучение технологии 3D-печати. Слайсинг моделей: настройка заполнения, поддержек, высоты слоя, скорости печати и температурных режимов для различных типов пластика. Постобработка напечатанных изделий.

Аппаратная архитектура и схемотехника систем управления. Архитектура современных электронных систем управления роботами. Знакомство со свойствами, техническими характеристиками и различиями микроконтроллеров ESP и микрокомпьютеров Raspberry Pi. Порты общего назначения (GPIO), принципы их распределения и конфигурирования. Основы электроники: закон Ома, расчет делителей напряжения. Источники питания, литий-полимерные (Li-Po) аккумуляторы, правила их безопасной эксплуатации, балансировки и зарядки. Расчет суммарного энергопотребления бортовой сети. Драйверы двигателей, управление мощными нагрузками. Способы и физические принципы герметизации электронных узлов: гермоводы, WAGO-соединения, заливка компаундами, использование уплотнительных силиконовых колец и проверка избыточным давлением.

Сенсоры, навигация и программирование систем управления. Понятие алгоритма, исполнителя и программы в контексте систем управления движением. Синтаксис и основы программирования на языках C++ и Python: переменные, типы данных, условные операторы, циклы, функции. Особенности программирования надводных беспилотных катеров и подводных аппаратов. Изучение принципов работы и подключения датчиков расстояния (ультразвуковых, оптических) и оптических дальномеров (лидаров). Написание программных сценариев для сканирования пространства, определения дистанции до препятствий и береговой линии. Физические основы работы и интеграция инерциальных модулей навигации (IMU), объединяющих гироскопы и акселерометры. Калибровка датчиков, фильтрация шумов и расчет углов ориентации в трехмерном пространстве. Программирование алгоритмов удержания курса и стабилизации ТНПА.

Работа с видеопотоком и системами связи. Особенности организации проводной связи на дистанции до 10 метров с использованием кабель-троса. Настройка сетевого взаимодействия по протоколам TCP/IP и UDP между ESP на борту робота и Raspberry Pi. Подключение бортовой цифровой камеры. Захват видеопотока с камеры в реальном времени, настройка разрешения и частоты кадров (FPS) для минимизации задержек при передаче данных. Добавление графических элементов (линий, текста, рамок телеметрии) поверх видеосигнала для создания интерфейса оператора на ПК.

Проектирование систем и интеллектуальных механик. Разработка комплексной идеи и технической концепции интегрированной системы, состоящей из надводной станции (катера) и подводного аппарата (ТНПА). Определение цели, соревновательных задач и правил работы комплекса. Проектирование алгоритмов взаимодействия пользователя с пультом управления. Создание логики реагирования системы при обнаружении препятствий или целевых объектов. Составление технического задания, блок-схем алгоритмов управления и детального календарного плана работы над проектом.

Создание индивидуального или группового проекта. Выбор темы и направления проекта. Распределение ролей в инженерной команде (конструктор-механик, схемотехник, программист, пилот). Создание рабочего прототипа. Слесарная сборка деталей рамы, монтаж исполнительных механизмов (коллекторных двигателей, сервоприводов). Пайка электронных плат, разводка силовых и сигнальных кабелей. Финальная герметизация электронных отсеков и кабельных вводов. Реализация основных механик обработки данных с сенсоров, графического интерфейса оператора и взаимодействия с аппаратной частью. Подготовка технического описания и сопроводительных материалов проекта.

Тестирование, отладка и гидроиспытания. Первичные гидроиспытания в пластиковом тестовом контейнере: проверка качества герметизации, поиск протечек, балансировка и дифференровка аппарата с помощью грузов и поплавков для достижения нейтральной плавучести. Тестирование работы двигателей под нагрузкой в воде. Комплексные испытания в плавательном бассейне. Отработка навыков визуального и телеметрического пилотирования оператором через пульт управления на ПК. Выполнение тренировочных миссий (прохождение створов, поиск объектов, погружение до 10 метров). Поиск и исправление логических ошибок в коде. Анализ точности и стабильности работы систем навигации. Взаимное тестирование проектов. Внесение изменений в алгоритмы по результатам обратной связи.

Презентация и защита проекта. Подготовка демонстрации работы умной надводно-подводной системы в реальном времени. Представление идеи, архитектуры алгоритмов, конструкторских решений и этапов разработки проекта. Защита индивидуального или группового проекта перед экспертами. Обсуждение результатов работы, сильных и слабых сторон, а также перспектив дальнейшего развития проекта.

ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате изучения программы по курсу внеурочной деятельности «Подводная робототехника» на уровне основного общего образования у обучающегося будут сформированы следующие личностные результаты в части:

1. патриотического воспитания:

проявление интереса к истории и современному состоянию российской науки и технологии;
ценностное отношение к достижениям российских инженеров и учёных;

2. гражданского и духовно-нравственного воспитания:

готовность к активному участию в обсуждении общественно значимых и этических проблем, связанных с современными технологиями, в особенности технологиями четвёртой промышленной революции;
осознание важности морально-этических принципов в деятельности, связанной с реализацией технологий;
освоение социальных норм и правил поведения, роли и формы социальной жизни в группах и сообществах, включая взрослые и социальные сообщества;

3. эстетического воспитания:

восприятие эстетических качеств предметов труда;
умение создавать эстетически значимые изделия из различных материалов;
понимание ценности отечественного и мирового искусства, народных традиций и народного творчества в декоративно-прикладном искусстве;
осознание роли художественной культуры как средства коммуникации и самовыражения в современном обществе;

4. ценности научного познания и практической деятельности:

осознание ценности науки как фундамента технологий;
развитие интереса к исследовательской деятельности, реализации на практике достижений науки;

5. формирования культуры здоровья и эмоционального благополучия:

осознание ценности безопасного образа жизни в современном технологическом мире, важности правил безопасной работы с инструментами;
умение распознавать информационные угрозы и осуществлять защиту личности от этих угроз;

6. трудового воспитания:

уважение к труду, трудящимся, результатам труда (своего и других людей);
ориентация на трудовую деятельность, получение профессии, личностное самовыражение в продуктивном, нравственно достойном труде в российском обществе;
готовность к активному участию в решении возникающих практических трудовых дел, задач технологической и социальной направленности, способность инициировать, планировать и самостоятельно выполнять такого рода деятельность;
умение ориентироваться в мире современных профессий;
умение осознанно выбирать индивидуальную траекторию развития с учётом личных и общественных интересов, потребностей;
ориентация на достижение выдающихся результатов в профессиональной деятельности;

7. экологического воспитания:

воспитание бережного отношения к окружающей среде, понимание необходимости соблюдения баланса между природой и техносферой;
осознание пределов преобразовательной деятельности человека.

В результате изучения программы по курсу внеурочной деятельности «Подводная робототехника» на уровне основного общего образования у обучающегося будут сформированы

познавательные универсальные учебные действия, регулятивные универсальные учебные действия, коммуникативные универсальные учебные действия.

Познавательные универсальные учебные действия

1. Базовые логические действия:

выявлять и характеризовать существенные признаки природных и рукотворных объектов; устанавливать существенный признак классификации, основание для обобщения и сравнения; выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых фактах, данных и наблюдениях, относящихся к внешнему миру; выявлять причинно-следственные связи при изучении природных явлений и процессов, а также процессов, происходящих в техносфере; самостоятельно выбирать способ решения поставленной задачи, используя для этого необходимые материалы, инструменты и технологии.

2. Базовые проектные действия:

выявлять проблемы, связанные с ними цели, задачи деятельности; осуществлять планирование проектной деятельности; разрабатывать и реализовывать проектный замысел и оформлять его в форме «продукта»; осуществлять самооценку процесса и результата проектной деятельности, взаимооценку.

3. Базовые исследовательские действия:

использовать вопросы как исследовательский инструмент познания; формировать запросы к информационной системе с целью получения необходимой информации; оценивать полноту, достоверность и актуальность полученной информации; опытным путём изучать свойства различных материалов; овладевать навыками измерения величин с помощью измерительных инструментов, оценивать погрешность измерения, уметь осуществлять арифметические действия с приближёнными величинами; строить и оценивать модели объектов, явлений и процессов; уметь создавать, применять и преобразовывать знаки и символы, модели и схемы для решения учебных и познавательных задач; уметь оценивать правильность выполнения учебной задачи, собственные возможности её решения; прогнозировать поведение технической системы, в том числе с учётом синергетических эффектов.

4. Работа с информацией:

выбирать форму представления информации в зависимости от поставленной задачи; понимать различие между данными, информацией и знаниями; владеть начальными навыками работы с «большими данными»; владеть технологией трансформации данных в информацию, информации в знания.

Регулятивные универсальные учебные действия

Самоорганизация:

уметь самостоятельно определять цели и планировать пути их достижения, в том числе альтернативные, осознанно выбирать наиболее эффективные способы решения учебных и познавательных задач;
уметь соотносить свои действия с планируемыми результатами, осуществлять контроль своей деятельности в процессе достижения результата, определять способы действий в рамках предложенных условий и требований, корректировать свои действия в соответствии с изменяющейся ситуацией;
делать выбор и брать ответственность за решение.

Самоконтроль (рефлексия):

давать адекватную оценку ситуации и предлагать план её изменения;
объяснять причины достижения (недостижения) результатов преобразовательной деятельности;
вносить необходимые коррективы в деятельность по решению задачи или по осуществлению проекта;
оценивать соответствие результата цели и условиям и при необходимости корректировать цель и процесс её достижения.

Умение принятия себя и других:

признавать своё право на ошибку при решении задач или при реализации проекта, такое же право другого на подобные ошибки.

Коммуникативные универсальные учебные действия

1. Общение:

в ходе обсуждения учебного материала, планирования и осуществления учебного проекта;
в рамках публичного представления результатов проектной деятельности;
в ходе совместного решения задачи с использованием облачных сервисов;
в ходе общения с представителями других культур, в частности в социальных сетях.

2. Совместная деятельность:

понимать и использовать преимущества командной работы при реализации учебного проекта;
понимать необходимость выработки знаково-символических средств как необходимого условия успешной проектной деятельности;
уметь адекватно интерпретировать высказывания собеседника – участника совместной деятельности;
владеть навыками отстаивания своей точки зрения, используя при этом законы логики;
уметь распознавать некорректную аргументацию.

ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Обязательные предметные результаты:

организовывать рабочее место в соответствии с изучаемой ИТ-технологией, правилами электробезопасности и правилами безопасного проведения испытаний на воде;
соблюдать правила безопасного использования персональных компьютеров, паяльного оборудования, 3D-принтеров, микроконтроллеров и одноплатных микрокомпьютеров;
грамотно и осознанно выполнять технологические операции в соответствии с изучаемой технологией трехмерного моделирования, 3D-печати, слесарно-монтажной сборки, пайки и отладки программного кода.

К концу обучения:

характеризовать устройство и принципы работы современных надводных беспилотных судов и телеуправляемых подводных аппаратов, их востребованность на рынке труда и роль в освоении Мирового океана;

понимать и объяснять физические основы плавания тел, закон Архимеда, гидростатическое давление на глубинах до 10 метров, условия плавучести, остойчивости, крена и дифферента судна; выполнять базовые операции трехмерного моделирования (CAD) элементов рамы, моторам, рулей и герметичных боксов в специализированных средах разработки;

применять технологии аддитивного производства (3D-печать), осуществлять слайсинг твердотельных моделей, подбирать температурные режимы, типы заполнения и поддерживающих структур для различных видов пластика (PLA, PETG); реализовывать на языках программирования C++ и Python алгоритмы с использованием переменных, базовых типов данных, условных операторов, циклов, списков, массивов и функций;

осуществлять сборку, фильтрацию шумов и обработку данных с датчиков расстояния, оптических лидаров и инерциальных модулей навигации (гироскопов и акселерометров) для ориентации робота в пространстве;

настраивать рабочее окружение, коммутировать платы микроконтроллеров ESP и программировать одноплатный микрокомпьютер Raspberry Pi в операционной системе семейства Linux;

управлять внешними исполнительными механизмами (коллекторными двигателями, сервоприводами, зуммерами) через порты ввода-вывода GPIO на основе данных, полученных со сквозной системы датчиков и бортовой камеры;

организовывать надежную герметизацию электронных отсеков и кабельных вводов с помощью гермовводов, силиконовых уплотнителей и компаундов для работы в водной среде;

осуществлять захват и трансляцию видеопотока с бортовой камеры в реальном времени по кабель-тросу, настраивать параметры разрешения и частоты кадров для интерфейса оператора на ПК;

проводить первичные гидроиспытания в тестовом контейнере на герметичность, выполнять балансировку и дифферентовку аппарата для достижения нейтральной плавучести;

пилотировать надводные и подводные роботизированные комплексы в плавательном бассейне при выполнении тренировочных и соревновательных миссий;

оформлять проектную и техническую документацию, включая составление блок-схем алгоритмов управления и разработку технического задания для индивидуального или командного инженерного проекта.

ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ
5 - 8 КЛАСС

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов	Основное содержание	Основные виды деятельности	Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
1	Введение в морскую робототехнику и основы гидродинамики	4	Предмет и задачи курса. Понятие надводного беспилотного судна и ТНПА. Области применения беспилотного флота. Этапы создания морского инженерного проекта. Физика плавания: закон Архимеда, гидростатическое давление, плавучесть и остойчивость. Правила техники безопасности при работе в лаборатории и проведении испытаний в бассейне.	Познавательная беседа, анализ примеров применения роботов в океанологии, изучение физических законов плавания тел, проведение вводных опытов с плавучестью предметов, выполнение вводных практических заданий.	https://ntcontest.ru/tracks/nto-school/proekt-novogo-proizvodstva/vodnye-robototekhnicheskie-sistemy/

2	3D-моделирование и аддитивные технологии	12	Понятие трехмерного моделирования (CAD) и аддитивного производства. Интерфейс CAD-систем. Создание эскизов, операции выдавливания, вращения, скругления. Особенности проектирования деталей для работы под водой. Проектирование элементов рамы катера, герметичных боксов и креплений двигателей ТНПА. Устройство 3D-принтера, правила работы. Слайсинг моделей (PLA, PETG). Постобработка изделий.	Выполнение практических упражнений в CAD-программах, трехмерное конструирование деталей корпуса робота, настройка параметров слайсера, запуск и контроль процесса 3D-печати элементов робота, слесарная обработка деталей.	https://www.tinkercad.com/3d-design
3	Аппаратная архитектура и архитектура и	10	Архитектура электронных систем управления.	Изучение технических описаний плат,	https://www.tinkercad.com/circuits

	схемотехника систем управления		Характеристики микроконтроллеров ESP и микрокомпьютеров Raspberry Pi. Порты ввода-вывода GPIO. Основы электроники: закон Ома, расчет делителей напряжения. Источники питания, Li-Po аккумуляторы, правила их безопасной эксплуатации и зарядки. Расчет энергопотребления. Драйверы двигателей. Физические принципы герметизации узлов (гермовводы, компаунды, уплотнители).	сборка электрических схем на макетных платах, пайка электронных компонентов, расчет параметров питания, выполнение практических работ по герметизации кабельных вводов, проверка соединений.	
4	Сенсоры, навигация и программирование надводных роботов	10	Понятие алгоритма и программы. Синтаксис и основы программирования	Написание программного кода на C++ и Python, отладка скриптов на ПК,	https://m.vkvideo.ru/playlist/-226868163_2

			на языках C++ и Python (переменные, условия, циклы, функции). Подключение и программирование датчиков расстояния (ультразвуковых, оптических) и лидаров. Написание программных сценариев для сканирования пространства. Разработка логики автономного маневрирования надводного катера и обхода препятствий.	подключение сенсоров к микроконтроллеру ESP, тестирование алгоритмов считывания дистанции, работа в парах.	
5	Датчики пространственной ориентации и видеопоток подводных систем	10	Физические основы работы и интеграция инерциальных модулей навигации (IMU): гироскопы и акселерометры. Калибровка датчиков,	Написание алгоритмов обработки телеметрии с гироскопа и акселерометра, программирование логики стабилизации,	https://habr.com/ru/articles/461693/

			фильтрация шумов. Программирование алгоритмов удержания курса и стабилизации ТНПА. Организация проводной связи по кабель-тросу на дистанции до 10 метров. Настройка сетевого взаимодействия по TCP/IP и UDP. Бортовая камера: захват видеопотока, настройка разрешения и FPS.	настройка сетевого соединения между ESP и Raspberry Pi, вывод видеосигнала на экран ПК, взаимная проверка.	
6	Проектирование и концепция систем	4	Разработка идеи и технической концепции интегрированной надводно-подводной системы. Составление технического задания. Определение логики работы проекта, его соревновательных	Мозговой штурм, обсуждение инженерных решений, разработка концепции проекта, создание алгоритмических эскизов и блок-схем управления, распределение ролей в группах.	https://docs.opencv.org/4.13.0/d6/d00/tutorial_py_root.html

			задач и интерфейса оператора. Создание алгоритмических блок-схем. Составление календарного плана и дорожной карты разработки.		
7	Разработка индивидуального или группового проекта	10	Выбор темы и соревновательного направления проекта. Распределение ролей в команде (конструктор-механик, схемотехник, программист, пилот). Сборка несущего каркаса, монтаж движителей, пайка электронных плат, разводка силовых и сигнальных кабелей. Финальная герметизация электронных отсеков. Написание комплексного программного кода.	Проектная деятельность, командная работа, конструирование и программирование, пайка и сборка аппаратного прототипа, консультации с наставником, представление промежуточных результатов.	https://stepik.org/course/178246/promo

			Подготовка технического описания.		
8	Тестирование, презентация и защита проекта	4	Первичные гидроиспытания в пластиковом тестовом контейнере: проверка герметичности, поиск протечек, балансировка и дифференровка для достижения нейтральной плавучести. Тестирование моторов в воде. Комплексные испытания в плавательном бассейне. Отработка навыков пилотирования оператором. Поиск и исправление ошибок в коде. Защита проекта.	Гидроиспытания работа в контейнере и плавательном бассейне, регулировка плавучести грузами, визуальное пилотирование аппарата, взаимное тестирование, презентация и защита проекта перед экспертами.	https://stepik.org/course/93834/promo
	ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ	68			

ПОУРОЧНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ
5 - 8 КЛАСС

№ п/п	Тема урока	Количество часов	Электронные цифровые образовательные ресурсы
1	Предмет и задачи курса. Что такое надводная и подводная робототехника?	1	https://ntcontest.ru/tracks/nto-school/proekt-novogo-proizvodstva/vodnye-robototekhnicheskie-sistemy/
2	Правила техники безопасности при работе на ПК, с электрооборудованием и вблизи плавательного бассейна.	1	https://ntcontest.ru/tracks/nto-school/proekt-novogo-proizvodstva/vodnye-robototekhnicheskie-sistemy/
3	Области применения беспилотного флота: от мониторинга экологии до глубоководных спасательных операций.	1	https://ntcontest.ru/tracks/nto-school/proekt-novogo-proizvodstva/vodnye-robototekhnicheskie-sistemy/
4	Физика плавания тел: закон Архимеда, гидростатическое давление, крен, дифферент и остойчивость судна.	1	https://ntcontest.ru/tracks/nto-school/proekt-novogo-proizvodstva/vodnye-robototekhnicheskie-sistemy/
5	Понятие трехмерного моделирования (CAD). Знакомство с интерфейсом и логикой построения твердотельных моделей.	1	https://www.tinkercad.com/3d-design
6	Создание базовых двухмерных эскизов, геометрические ограничения и размеры в CAD-системах.	1	https://www.tinkercad.com/3d-design
7	Операции твердотельного моделирования: выдавливание (Extrude) и вырезание.	1	https://www.tinkercad.com/3d-design
8	Дополнительные инструменты моделирования: вращение, скругление углов, создание фасок и отверстий.	1	https://www.tinkercad.com/3d-design
9	Особенности инженерного проектирования деталей для работы под водой с учетом гидродинамики и давления.	1	https://www.tinkercad.com/3d-design
10	Проектирование элементов несущей рамы, моторам и рулевых поверхностей надводного роботизированного катера.	1	https://www.tinkercad.com/3d-design

11	Проектирование герметичных электронных боксов, фланцев и технологических крышек подводного аппарата.	1	https://www.tinkercad.com/3d-design
12	Конструирование систем крепления, защиты и пространственного расположения подводных движителей.	1	https://www.tinkercad.com/3d-design
13	Знакомство с аддитивными технологиями. Устройство FDM 3D-принтера и правила безопасной работы с ним.	1	https://www.tinkercad.com/3d-design
14	Основы слайсинга моделей: выбор пластика (PLA, PETG), настройка высоты слоя, заполнения и температур.	1	https://www.tinkercad.com/3d-design
15	Работа с поддерживающими структурами в слайсере для сложных нависающих элементов корпусов роботов.	1	https://www.tinkercad.com/3d-design
16	Практическая работа «Подготовка к печати, запуск 3D-принтера и механическая постобработка готовых деталей рамы».	1	https://www.tinkercad.com/3d-design
17	Знакомство с аппаратной архитектурой систем управления. Микроконтроллеры ESP и микрокомпьютеры Raspberry Pi.	1	https://www.tinkercad.com/circuits
18	Настройка рабочего окружения, установка сред разработки (IDE) и экосистемы курса на ПК.	1	https://www.tinkercad.com/circuits
19	Изучение портов общего назначения (GPIO), принципы их распределения и электрического конфигурирования.	1	https://www.tinkercad.com/circuits
20	Основы электроники и схемотехники: закон Ома, расчет электрического сопротивления и делителей напряжения.	1	https://www.tinkercad.com/circuits
21	Источники питания роботов. Правила безопасной эксплуатации, балансировки и зарядки Li-Po аккумуляторов.	1	https://www.tinkercad.com/circuits
22	Расчет суммарного энергопотребления бортовой сети, выбор сечения проводов и элементов защиты цепей.	1	https://www.tinkercad.com/circuits
23	Принципы коммутации мощных нагрузок. Изучение работы и подключения драйверов коллекторных моторов.	1	https://www.tinkercad.com/circuits
24	Физические основы и способы герметизации: применение гермовводов, WAGO-соединений и силиконовых колец.	1	https://www.tinkercad.com/circuits

25	Технология заливки кабельных проходок компаундами и герметиками. Проверка боксов избыточным давлением.	1	https://www.tinkercad.com/circuits
26	Практическая работа «Сборка силовой распределительной платы, пайка разъемов и тестирование герметичности бокса».	1	https://www.tinkercad.com/circuits
27	Понятие алгоритма в робототехнике. Синтаксис и базовые структуры языков программирования C++ и Python.	1	https://m.vkvideo.ru/playlist/-226868163_2
28	Использование переменных, базовых типов данных и арифметических операций в алгоритмах управления движением.	1	https://m.vkvideo.ru/playlist/-226868163_2
29	Условные операторы и логические выражения для обработки данных с датчиков робота.	1	https://m.vkvideo.ru/playlist/-226868163_2
30	Организация циклических процессов. Работа со списками, массивами данных и создание пользовательских функций.	1	https://m.vkvideo.ru/playlist/-226868163_2
31	Принципы работы сенсоров расстояния. Подключение и считывание данных с ультразвуковых датчиков.	1	https://m.vkvideo.ru/playlist/-226868163_2
32	Изучение оптических датчиков расстояния и лидаров. Сканирование окружающего пространства надводным роботом.	1	https://m.vkvideo.ru/playlist/-226868163_2
33	Написание программного кода для плавного управления скоростью моторов катера с помощью ШИМ (PWM).	1	https://m.vkvideo.ru/playlist/-226868163_2
34	Разработка логики автономного маневрирования надводного катера и алгоритмов обхода обнаруженных препятствий.	1	https://m.vkvideo.ru/playlist/-226868163_2
35	Интеграция датчиков расстояния и лидара в единую систему определения береговой линии и удержания курса катера.	1	https://m.vkvideo.ru/playlist/-226868163_2
36	Практическая работа «Программирование и симуляция автономного прохождения катером извилистого водного течения».	1	https://m.vkvideo.ru/playlist/-226868163_2
37	Физические основы и интеграция инерциальных модулей навигации (IMU): гироскопы и акселерометры.	1	https://m.vkvideo.ru/playlist/-226868163_2

38	Калибровка IMU-сенсора, математическая фильтрация шумов и вычисление углов крена, дифферента, рыскания.	1	https://m.vkvideo.ru/playlist/-226868163_2
39	Программирование алгоритмов удержания заданного курса подводного аппарата на основе показаний гироскопа.	1	https://m.vkvideo.ru/playlist/-226868163_2
40	Алгоритмы автоматической стабилизации пространственного положения ТНПА (крен, дифферент) при движении.	1	https://m.vkvideo.ru/playlist/-226868163_2
41	Организация проводной связи на дистанции до 10 метров с использованием специализированного кабель-троса.	1	https://habr.com/ru/articles/461693/
42	Настройка сетевого взаимодействия по протоколам TCP/IP и UDP между платой ESP и Raspberry Pi.	1	https://habr.com/ru/articles/461693/
43	Подключение бортовой цифровой камеры к Raspberry Pi, захват видеопотока и настройка разрешения видео.	1	https://habr.com/ru/articles/461693/
44	Оптимизация частоты кадров (FPS) и сжатия видеосигнала для минимизации задержек при передаче по кабелю.	1	https://habr.com/ru/articles/461693/
45	Разработка графического интерфейса оператора (GUI) на ПК для визуального отображения видео с борта робота.	1	https://habr.com/ru/articles/461693/
46	Вывод телеметрических данных (углы ориентации, заряд батареи) поверх видеосигнала в реальном времени.	1	https://habr.com/ru/articles/461693/
47	Разработка программных скриптов для обработки команд с физического пульта (джойстика) оператора на ПК.	1	https://habr.com/ru/articles/461693/
48	Практическая работа «Сквозная отладка передачи видео и телеметрии с инерциального датчика на управляющий ПК».	1	https://habr.com/ru/articles/461693/
49	Разработка концепции комплексной надводно-подводной роботизированной системы и технического задания.	1	https://habr.com/ru/articles/461693/
50	Проектирование логики соревновательного взаимодействия катера-носителя и телеуправляемого аппарата.	1	https://habr.com/ru/articles/461693/
51	Создание общих алгоритмических блок-схем управления, распределения потоков данных и питания комплекса.	1	https://docs.opencv.org/4.13.0/d6/d00/tutorial_py_root.html

52	Составление календарного плана инженерной разработки, распределение ролей в командах и дорожной карты.	1	https://docs.opencv.org/4.13.0/d6/d00/tutorial_py_root.html
53	Выбор темы проекта, финальное утверждение спецификации электронных компонентов и конструкции рамы.	1	https://docs.opencv.org/4.13.0/d6/d00/tutorial_py_root.html
54	Изготовление спроектированных элементов на 3D-принтере, слесарная подготовка покупных деталей каркаса роботов.	1	https://docs.opencv.org/4.13.0/d6/d00/tutorial_py_root.html
55	Монтаж подводных двигателей, сервоприводов рулей катера, механическая сборка корпусов обеих платформ.	1	https://stepik.org/course/178246/promo
56	Окончательная сборка электронных шасси, пайка силовых кабелей, разводка сигнальных линий внутри боксов.	1	https://stepik.org/course/178246/promo
57	Интеграция кабель-троса, герметизация сквозных кабельных вводов, фланцев и сборка финального прототипа ТНПА.	1	https://stepik.org/course/178246/promo
58	Перенос и адаптация отлаженного программного кода на бортовые микроконтроллеры ESP и Raspberry Pi.	1	https://stepik.org/course/178246/promo
59	Сухие тесты: проверка полярности подключения моторов, направления вращения винтов и работы систем связи.	1	https://stepik.org/course/178246/promo
60	Оформление инженерной книги проекта, технического описания комплекса и краткой инструкции по эксплуатации.	1	https://stepik.org/course/178246/promo
61	Первичные гидроиспытания в пластиковом тестовом контейнере: детальный визуальный контроль герметичности.	1	https://stepik.org/course/178246/promo
62	Балансировка и дифференровка подводного аппарата в контейнере с грузами для достижения нейтральной плавучести.	1	https://stepik.org/course/178246/promo
63	Комплексные испытания в плавательном бассейне: проверка маневренности надводного катера и систем связи с ТНПА.	1	https://stepik.org/course/178246/promo
64	Отработка оператором навыков пилотирования ТНПА в бассейне под водой на глубинах до 10 метров с помощью видео.	1	https://stepik.org/course/178246/promo

65	Выполнение тренировочных полетных миссий: удержание глубины, прохождение подводных створов, поиск объектов.	1	https://stepik.org/course/93834/promo
66	Взаимное стресс-тестирование командных роботов, фиксация сбоев, поиск и устранение логических ошибок в коде.	1	https://stepik.org/course/93834/promo
67	Публичная защита итогового командного проекта, демонстрация инженерных решений и работы систем в бассейне.	1	https://stepik.org/course/93834/promo
68	Подведение итогов курса. Анализ результатов натурных испытаний, рефлексия и разбор олимпиадных треков НТО.	1	https://stepik.org/course/93834/promo
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		68	

