**Черновик статьи «Образовательный робототехнический комплекс для обучения студентов»**

**«Скелет» структуры статьи:**

Существует направление подготовки «Мехатроника и робототехника», где студентов обучают *таким-то* и *таким-то* дисциплинам.

Имеется проблема – не хватает инструментов для наглядной реализации практических заданий и примеров, ориентированных на эффективное обучение.

Аналог учебных стендов для физиков, электриков и материаловедов – учебные робототехнические комплексы, состоящие из: самого робота, программного обеспечения, учебных материалов, сборника лабораторных работ.

Находящиеся в продаже учебные наборы имеют недостатки:

1. Предоставляют малый функционал для обучения;
2. Для получения компетенций участниками СКБ.
3. Необходимость возможности расширения прграммно-аппаратной составляющей под нужды лаборатории.
4. Отсутствие изделий требуемого качества и состава на рынке. Например, нам нужны омниколёса и манипулятор.
5. Омниколёса, манипулятор - востребованы, поскольку сейчас активно развиваются сервисные, складские РТК, где необходима повышенная маневренность, возможность взаимодействия с другими объектами
6. и т.д. и т.п.

Сравнение с аналогами (TurtleBro, ROSMASTER) – конструктивные особенности.

Так как существующие наборы не удовлетворяют требованиям, принято решение создать свой вариант робототехнического комплекса.

Этапы разработки:

* Составление Технического задания;
  + Требования к конструкции;
  + Задачи, решаемые при помощи Образовательного Робота;
* Сборка прототипа;
* Финальная версия;

Финальная версия представляет из себя следующее:

* Компоненты:
  + Платформы;
  + Колёса;
  + Лидар;
  + Ультразвуковой датчик (дальномер);
  + Манипулятор (расчёты и подробное описание);
    - Схваты;
  + Плата (конструкция и подробное описание);
  + АКБ;
* Программное обеспечение:
  + ROS;
  + Собранный пакет;
    - Математический расчёт автоматического движения;
    - …
  + Базовые пакеты;
* Учебные материалы и лабораторные работы.

Итог:

Подитог 1: создан сложный технический продукт, удовлетворяющий выработанному техническому заданию и поставленным задачам; законченный конструкционной, имеющий учебные материалы.

Подитог 2: итоговый продукт позволит эффективно организовать учебный процесс для всех студентов. Это вклад в современную образовательную среду.

<https://www.google.com/search?q=%D1%81%D0%BF%D0%B1%D0%B3%D0%BC%D1%82%D1%83+%D1%80%D0%BF%D0%B4&newwindow=1&sca_esv=e8667bb0a93bb0d1&sca_upv=1&ei=Q9LyZtHFAoGkjgaL866BDQ&ved=0ahUKEwiR893G6tuIAxUBksMKHYu5K9AQ4dUDCA8&uact=5&oq=%D1%81%D0%BF%D0%B1%D0%B3%D0%BC%D1%82%D1%83+%D1%80%D0%BF%D0%B4&gs_lp=Egxnd3Mtd2l6LXNlcnAiFdGB0L_QsdCz0LzRgtGDINGA0L_QtDIHEAAYgAQYDTIGEAAYFhgeMggQABiiBBiJBTIIEAAYgAQYogQyCBAAGIAEGKIESPMdUABYixxwAXgBkAEAmAG4AqABjxGqAQgwLjEwLjEuMbgBA8gBAPgBAZgCDaACvRHCAgoQLhiABBhDGIoFwgIKEAAYgAQYQxiKBcICDhAAGIAEGLEDGIMBGIoFwgILEAAYgAQYsQMYgwHCAg4QLhiABBjHARiOBRivAcICERAuGIAEGLEDGNEDGIMBGMcBwgIFEAAYgATCAhkQLhiABBhDGIoFGJcFGNwEGN4EGOAE2AEBwgINEC4YgAQYsQMYQxiKBcICCBAAGIAEGLEDwgIIEC4YgAQYsQPCAgsQLhiABBixAxiDAcICHBAuGIAEGLEDGEMYigUYlwUY3AQY3gQY4ATYAQHCAgoQLhiABBixAxgKwgIFEC4YgATCAggQABgKGA0YHpgDALoGBggBEAEYFJIHCDEuMTAuMS4xoAe6iwE&sclient=gws-wiz-serp>

<https://www.smtu.ru/ru/vieweduprog/190/>

<https://www.smtu.ru/ru/vieweduprog/174/>

Проблематика – создать робота таким образом, чтобы он соответствовал требованию возможности обучать студентов навыкам робототехники.

Простыми словами:

* Студенты-робототехники не получают достаточных практических навыков разработки роботов:
  + **Проблемное мышление:** студенты сталкиваются с реальными техническими вызовами и учатся анализировать проблемы, искать оптимальные пути решения и разрабатывать стратегии для достижения целей;
  + **Сотрудничество и командная работа:** создание и управление роботами часто требует коллективных усилий, что учит студентов эффективно взаимодействовать в команде, делить обязанности и обмениваться идеями;
  + **Креативность и инновации:** разработка оригинальных конструкций и алгоритмов для робототехнических систем способствует формированию творческого подхода и стимулирует инновационное мышление;
  + **Программирование и алгоритмическое мышление:** Программирование роботов помогает развивать навыки написания кода и алгоритмического мышления, что является важным компонентом в современном информационном мире;
  + **Адаптивность:** студенты приобретают навыки гибкости и умения оперативно реагировать на непредвиденные технические сложности, что способствует развитию устойчивых стратегий решения проблем.
  + Программирование с уклоном в практику. Существует конкретная задача, необходимо её решить имеющимся инструментарием навыков и компетенций. При их отсутствии последних потратить время на обучение, получение этих навыков и опыта.
  + Кинематика движения. Возможность изучить движение робота. Рассматривая законы и принципы передвижения робота на местности (как ведут себя колёса при том или ином направлении движения, как перемещается в пространстве корпус робота).
  + Конкретика:
    - 105
* Исходя из вышесказанного, нужно подходить к созданию робота с таким условием, чтобы выполнялись:
  + **Эргономичность использования:** робототехнический комплекс должен обладать интуитивно понятным интерфейсом и предустановленным программным обеспечением, обеспечивающим минимальные временные затраты на начало работы.
  + **Безопасность:** оснащение датчиками и системами остановки робота при обнаружении препятствий во время работы.
  + **Компактность и мобильность:** вес и габариты должны позволять перемещать робот в разные учебные аудитории одному человеку без необходимости его разборки и иных манипуляций.
  + **Гибкость и универсальность:** робот должен обеспечивать выполнение широкого спектра операций, включая манипуляции, сборку, измерение и другие задачи, что позволяет адаптировать образовательный процесс под различные технические требования.
  + **Практическое применение:** возможность решать реальные задачи с помощью робота.
  + **Возможность индивидуального обучения:** подбор задач и их сложности в соответствии с уровнем подготовки каждого студента.
  + **Обучение основам робототехники:** включает в себя управление роботом, запуск и тестирование программ, манипулирование периферийными устройствами, управление техническим зрением.
  + ???
* 123

Образовательный робототехнический комплекс позволяет реализовать практико-ориентированное обучение студентов, интегрируя теоретические знания с их непосредственным практическим применением.

STEM (science, technology, engineering and mathematics) – термин, обозначающий группировку отдельных, но чрезвычайно близко связанных между собой технических дисциплин (естественные науки, технология, инженерия и математика).

Студент, обучающийся по направлению *мехатроника и робототехника*, к выпуску должен иметь компетенции, соответствующие инженеру-робототехнику. Конкретно – необходимость студентами применять полученные навыки на практике, отрабатывать их, нарабатывать требуемые компетенции и опыт.

Главной проблемой, встающей на пути реализации данного требования, является невозможность на практике применить, отработать преподаваемые в учебном заведении предметы. Зачастую, практика заключается в выполнении не завязанных на практическое применение задач, решение абстрактных практических заданий. Например, программирование электронных устройств, управление двигателями. В лучшем случае – применение полученных знаний в курсовых работах. К примеру, проектирование печатной платы, создание программы обработки информации, получаемой с датчиков. Участие в больших и сложных проектах, сочетающих и требующих применение всего разнообразия преподаваемых дисциплин и получаемых знаний доступно не каждому студенту. Создание с нуля роботов, проектирование отдельных узлов и механизмов, программирование компонентов и систем.

Большая удача, если кафедра располагает учебными наборами, что позволяют применить и отработать полученные на лекциях и практических занятиях навыки и умения. Именно для этой цели существуют и закупаются университетами учебные наборы (учебно-методические комплексы), включающие в себя учебного робота (конструктор для сборки или уже готовое изделие), необходимое программное обеспечение, курс лабораторных работ, учебные материалы и курсы. К таким наборам относятся робот TurtleBro от компании VoltBro, роботы серии ROSMASTER от компании Yahboom и др.

Главной проблемой доступности таких наборов является их цена – не каждый университет может позволить себе закупать наборы в полной комплектации в количестве нескольких десятков штук. Другой минус – часть роботов из наборов не имеют достаточного функционала, разнообразия компонентов, с которыми можно взаимодействовать, как следствия, возможностей по практическим и лабораторным занятиям. В нашем случае, проект Образовательного Робота вырос из курсовой работы, эволюционировав из простой роботизированной платформы на Omni-колёсах, включающей в себя манипулятор и простую систему дистанционного управления с джойстика до полноценного набора, с более совершенной системой дистанционного управления и наличием системой автоматического передвижения, наличием лидара, более мощного манипулятора.

Не лишним будет упомянуть, что работы по проекту Образовательного Робота сами по себе являются хорошим примером применения полученных в результате обучения навыков и компетенций.

При разработке проекта Образовательного Робототехнического комплекса кроме самого учебного робота пишется необходимое программное обеспечение, курс лабораторных работ. Всё это позволит в полном объёме и наиболее эффективно реализовать следующие задачи:

* Дать студентам возможность применить полученные в процессе обучения навыки и умения на практике, нарабатывать необходимые компетенции и опыт (Практика);
* Развить умения решения проблем – проводить их анализ, вырабатывать оптимальный способ их решения (Решение проблем);
* Научиться работать в команде, делить задачи и направления работы, позволяя эффективно решать сложные задачи, реализовывать идеи и создавать сложные продукты (Командная работа);
* При отсутствии отработанных решений и способов решения задач вырабатывать оригинальный подход к проектированию, созданию конструкций и написанию программ и алгоритмов, формированию творческого подхода, создания, реализации и внедрении инноваций (Разработка оригинальных методов);
* Развитие алгоритмического мышления, вырабатываемого при написании программного кода для решения прикладных задач (Алгоритмическое мышление?);
* Умения адаптироваться к меняющимся условиям и ситуациям, не оставаясь в зоне комфорта, а решать новые задачи с азартом и желанием достичь новых вершин (Адаптивность);

Исходя из указанных целей, в достижении которых и призван Образовательные роботехнический комплекс, можно сформулировать требования, предъявляемые к самой конструкции образовательного робота:

* Конструкционное исполнение, позволяющее без проблем перемещаться между учебными аудиториями как при собственном передвижении, так и при перемещении в пространстве силами одного человека (Компактность и мобильность);
* Наличие интуитивно понятного интерфейса, предустановленного ПО, обеспечивающих удобство при работе и минимизацию временных затрат (Эргономичность);
* Автоматическая система остановки движения при наличии препятствий на пути, включающая в себя необходимые датчики и ПО (Безопасность);
* Наличие многочисленных компонентов и элементов, предназначенных для выполнения широкого диапазона операций (Гибкость и универсальность);
* Возможность решать практические задачи, применять в учебном процессе для демонстрации возможностей Образовательного робота (Применение в практике);
* Наличие большого количества различных компонентов (манипулятор, датчики, камера, двигатели) позволяет осуществлять подбор задач различной направленности и сложности для студентов, учитывая уровень их знаний и компетенций, уровень подготовки (Обучение основам робототехники).

~~Как было указано выше, имеющиеся на рынке варианты комплектов образовательных роботов либо не удовлетворяют требованиям широкого диапазона компонентов, либо имеют высокую стоимость, ограничивая количество наборов для закупок и последующих занятий. По этой причине, (из пустого в порожнее, как будто можно написать:~~ для решения поставленных задач было принято решение о создании и производстве в университете собственного проекта Образовательного Робота, всецело удовлетворяющему требованиям к конструкции и реализации поставленных задач. По ходу разработки были пройдены следующие этапы:

1. Курсовая работа, при работе над которой был создан минимально рабочий прототип, предназначенный для проверки работоспособности как всей системы, так и отдельных узлов и компонентов. Включала в себя такие этапы:
   1. Проектирование, при котором были определены следующие характеристики разрабатываемого робота: габариты, форма, масса, планируемые функции;
   2. Изготовление элементов корпуса, закупка необходимых компонентов, сборка робота, подключение силовых и логических линий;
   3. Написание программ с простейшим функционалом, предназначенных для проверки минимальной работоспособности всего робота, его систем и отдельных компонентов, возможности дистанционного управления при помощи джойстика;
   4. Тестирование.
2. По результатам создания робота в рамках курсовой работы было принято решение о развитии проекта, его трансформации в полноценный образовательный робототехнический комплекс, включающего следующие этапы:
   1. Добавление новых, замена старых силовых и логических компонентов (замена корпуса, стабилизаторов напряжения, сервоприводов манипулятора; добавление ШИМ-контроллера, лидара, демпферы для гашения вибраций);
   2. Проектирование единой платы, включающей в себя большую часть многочисленных электронных компонентов (драйверы моторов, ШИМ-контроллер, микроконтроллер STM32F407VGT6, стабилизаторы напряжения и др.):
   3. Перепроектирование манипулятора;
   4. Создание нескольких схватов для манипулятора;
   5. Совершенствование существующего ПО для старых компонентов, написание нового для новых компонентов;
   6. Написание технической документации, рекламных материалов, курса лабораторных работ и учебных материалов.

(можно к каждому из пунктов написать пример или вынести пункты в раздел разработки вместе с точными характеристиками)

Итогом разработки стал полноценный продукт, представляющий из себя робота, учебные материалы и техническую документацию.

Робот состоит из двух параллельно расположенных платформ, между которыми располагается печатная плата, блок аккумуляторов. Поверх «бутерброда (нужно заменить на нормальное слово)» расположены манипулятор, лидар, лазерный (-\_- ультразвуковой) дальномер, плата Raspberry Pi 4. Учебные материалы состоят из курса лабораторных работ и учебных материалов. Техническая документация представляет из себя X, Y, Z.

Основываясь на сложности и объёме выполняемых работ, разработка Образовательного Робототехнического комплекса можно справедливо считать существенным (ну хз, он ещё даже не до конца сделан) вкладом в развитие современной образовательной среды, предназначенной для подготовки высококвалифицированных специалистов в области робототехники и STEM-наук (в слове stem уже есть слово наука можно заметить на stem-десциплин). Также, проект комплекса способствует формированию у студентов практических навыков и умений, стимулирует их к творческому мышлению и подходу, работе в команде, решению сложных технических задач.(как будто это поавторнение списка задач)

Образовательный робот открывает перед студентами двери в мир робототехники и современных технологий, позволяя без излишних трудозатрат заниматься изучением необходимых дисциплин, применять полученные знания на практике. Данный подход к образовательному процессу способствует повышению вовлечённости обучающихся, делаю процесс усвоения знаний более эффективным и является хорошим и эффективным мотиватором для непрерывного профессионального развития.

Стоит отметить, что успешная реализация проекта разработки Образовательного Робототехнического комплекса требует не только знаний и умений в технической области, но и правильного подхода к пониманию способностей и интересов студентов. Только такой комплексный подход, включающий в себя анализ слабых и сильных сторон подхода к организации образовательного процесса, а также активное вовлечение всех участников образовательного процесса позволит разработать наиболее эффективные и удачные решения, позволяющие эффективно внедрять Образовательный Робототехнический комплекс в учебный процесс, применять его.

Подытожив написанное выше, разработка и внедрение Образовательного Робототехнического комплекса в учебный процесс является важным (слишком амбициозно) шагом на пути к созданию современной и инновационной образовательной среды, способствующей подготовке и взращиванию высококвалифицированных и компетентных специалистов, готовых к новым вызовам современности.

|  |  |
| --- | --- |
| CS43L22-CNZR(audio) | <https://aliexpress.ru/item/32996522822.html?sku_id=66984508240&spm=a2g2w.productlist.search_results.0.7b0956ef2yRTUR> |
| ШИМ контроллер PCA9685PW | <https://www.chipdip.ru/product0/8025664163> |
| Микроконтроллер STM32F103CBT6TR | <https://www.chipdip.ru/product0/8018707740> |
| Микроконтроллер STM32F407VGT6 | <https://www.chipdip.ru/product/stm32f407vgt6> |
| Микроконтроллер STMPS2141STR | <https://www.chipdip.ru/product/stmps2141str> |
| Драйвер DRV8871DDA | <https://www.chipdip.ru/product0/8002948926> |

CS43L22-CNZR(audio) https://aliexpress.ru/item/32996522822.html?sku\_id=66984508240&spm=a2g2w.productlist.search\_results.0.7b0956ef2yRTUR

ШИМ контроллер PCA9685PW https://www.chipdip.ru/product0/8025664163

Микроконтроллер STM32F103CBT6TR https://www.chipdip.ru/product0/8018707740

Микроконтроллер STM32F407VGT6 https://www.chipdip.ru/product/stm32f407vgt6

Микроконтроллер STMPS2141STR https://www.chipdip.ru/product/stmps2141str

Драйвер DRV8871DDA https://www.chipdip.ru/product0/8002948926