

ИННОВАЦИОННАЯ РАЗРАБОТКА – РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЙ УЧЕБНЫЙ СТЕНД С ТЕХНИЧЕСКИМ ЗРЕНИЕМ

К.С. Поляничко, студент

Е.А. Архипова, студент

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
(Россия, г. Томск)

DOI:10.24411/2500-1000-2019-11421

Аннотация. В работе рассмотрена инновационная разработка – робототехнический учебный стенд, ее конструктивные особенности и применяемые технологии. Детально и структурировано описаны этапы производства платформы в программе Microsoft Project, а также осуществлены оценка затрат по проекту в рублях и во времени.

Ключевые слова: робототехнический учебный стенд, техническое зрение, конструктивные особенности, этапы производства, себестоимость.

Комплект робототехнического учебного стенда предназначен для ознакомления школьников и студентов с устройством и применением систем технического (компьютерного зрения), основ электроники, мехатроники, программирования и алгоритмов управления объекта [1].

Техническое или компьютерное зрение в данном случае является отличительным элементом по сравнению с другими образовательными наборами, которые не оснащены подобными технологиями. В связи с большими перспективами наличие технологии компьютерного (технического) зрения у робототехнической платформы (стенда) является большим плюсом и преимуществом и поэтому при реализации разработки требует особого внимания [2].

В комплект робототехнической платформы (стенда) входят: сборно-разборная трасса из сегментов шириной 60 см в две полосы для встречного движения машинок; стартовый двуцветный светофор с ПДУ; комплект из четырех светофоров с программируемым устройством управления сигналами, предназначенный для четырехстороннего перекрестка; дорожные знаки нескольких видов; модель беспилотного автомобиля на шасси HSP Dakar N180 масштаб 1:14 с широкоугольной камерой высокого разрешения, расположенной на крыше автомобиля, и регулятором напряжения.

Образец учебной платформы с техническим зрением представлен на рисунке 1.

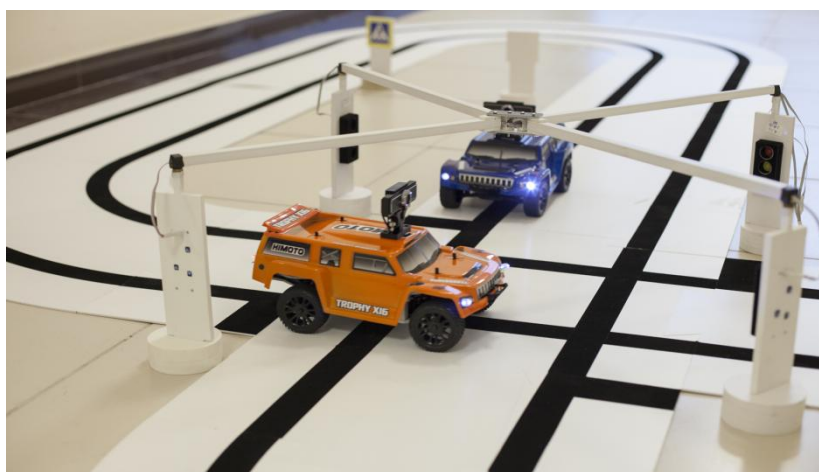


Рис. 1. Образец учебной платформы(стенда) с техническим зрением

Конструктивные особенности и технологии лабораторного стенда:

1. Дорожное полотно (трасса). Трасса представлена в виде прямых и дуговых сегментов с наклеенными бархатными черными полосами для правостороннего движения. Знаки дорожного движения исполнены в соответствии с реальными, в масштабе 1:10.

2. Система светофоров. Светофоры производятся на основе светодиодных сборок трех цветов. Для регулировки яркости свечения предусмотрены переменные резисторы. Наилучшее распознавание включенных сигналов обеспечивается черными блендами, повышающими контраст. Устройство управления содержит микроконтроллер и электронные ключи; программируется на желаемый режим переключения сигналов для четырехстороннего перекрестка.

3. Робомобиль. Построен на шасси модели скоростного радиоуправляемого внедорожника, имеющего все основные свойства настоящего автомобиля. Система управления робомобилем состоит из видеокамеры, одноплатного компьютера

Orange Pi PC Plus и платы ArduShield. На компьютере установлены ОС Linux, библиотека OpenCV и многопоточное программное обеспечение, в котором заложены алгоритмы распознавания дорожной обстановки (черная линия, стоп-линия, светофоры, знаки, препятствия). Кузов робомобиля оборудован внешними световыми приборами.

4. ArduiShield. Установленный контроллер обладает большей надежностью, так как является комбинацией платы Arduino Leonardo и драйвера Motor Shield. По средствам контроллера осуществляется управление активными элементами робомобиля [3].

Традиционный датчик черной линии в моделях не предусмотрен.

Робототехническая учебная платформа является сложным техническим продуктом. Для более подробного ознакомления были изучены все этапы производства данной платформы. На основании полученной информации были детально описаны работы по производству платформы в программе Microsoft Project, их последовательность и длительность.

| Название задачи | Длительность | Начало | Окончание |
|--|----------------|--------------------|--------------------|
| Производство лабораторной платформы "SmartCar" | 22 дней | Пн 13.05.19 | Вт 11.06.19 |
| Трасса | 5 дней | Пн 13.05.19 | Пт 17.05.19 |
| Резка листов ПВХ | 2 дней | Пн 13.05.19 | Вт 14.05.19 |
| Флокирование самоклеящейся пленки | 1 день | Ср 15.05.19 | Ср 15.05.19 |
| Нарезка фрагментов направляющей безбликовой линии на ла | 1 день | Чт 16.05.19 | Чт 16.05.19 |
| Наклейка безбликовой линии на сегменты трассы | 1 день | Пт 17.05.19 | Пт 17.05.19 |
| Полностью готовая к эксплуатации трасса | 0 дней | Пн 20.05.19 | Пн 20.05.19 |
| Светофоры и устройства управления | 12 дней | Пн 13.05.19 | Вт 28.05.19 |
| Светофоры | 5 дней | Пн 13.05.19 | Пт 17.05.19 |
| Выпиливание стоек из ПВХ | 1 день | Пт 17.05.19 | Пт 17.05.19 |
| Флокирование бленд | 1 день | Пн 20.05.19 | Пн 20.05.19 |
| Монтаж электронной схемы светофоров | 3 дней | Пн 13.05.19 | Ср 15.05.19 |
| Установка светодиодныхборок | 1 день | Пн 13.05.19 | Пн 13.05.19 |
| Установка и пропайка токоограничивающих резисторов ф | 1 день | Вт 14.05.19 | Вт 14.05.19 |
| Утановка и пропайка подстроечных резисторов | 1 день | Ср 15.05.19 | Ср 15.05.19 |
| Конечная сборка светофоров из всех комплектующих | 1 день | Чт 16.05.19 | Чт 16.05.19 |
| Устройство управления | 9 дней | Пн 20.05.19 | Чт 30.05.19 |
| Монтаж электронной схемы устройства управления | 1 день | Пн 20.05.19 | Пн 20.05.19 |
| Распечатка корпуса на 3d принтере | 1 день | Вт 21.05.19 | Вт 21.05.19 |
| Программирование устройства управления | 5 дней | Ср 22.05.19 | Вт 28.05.19 |
| Конечная сборка устройства управления | 1 день | Ср 29.05.19 | Ср 29.05.19 |
| Разводка кабель-каналов | 2 дней | Чт 30.05.19 | Пт 31.05.19 |
| Готовые к эксплуатации 4 светофора и устройство управления ими | 0 дней | Пт 31.05.19 | Пт 31.05.19 |
| Дорожные знаки | 2 дней | Чт 06.06.19 | Пт 07.06.19 |
| Фрезеровка стоек с поворотной планкой из ПВХ | 1 день | Пн 20.05.19 | Пн 20.05.19 |
| Цветная распечатка знаков на самоклеящейся бумаге | 1 день | Вт 21.05.19 | Вт 21.05.19 |
| Конечная сборка знаков | 2 дней | Пн 10.06.19 | Вт 11.06.19 |

Рис. 2. Развернутая иерархическая структура работ по производству лабораторной платформы часть 1

На рисунках 2, 3 показана развернутая иерархическая структура работ по проекту производства платформы, включающая все этапы работ и их сроки начала и окончания.

| Название задачи | Длительность | Начало | Окончание |
|---|----------------|--------------------|--------------------|
| «Конечная сборка знаков» | 2 дней | Пн 10.06.19 | Вт 11.06.19 |
| Монтаж поворотной планки | 1 день | Пт 31.05.19 | Пт 31.05.19 |
| Наклейка знаков | 1 день | Пн 03.06.19 | Пн 03.06.19 |
| Готовые к эксплуатации дорожные знаки в количестве 4 штук | 0 дней | Вт 04.06.19 | Вт 04.06.19 |
| «Модель беспилотного автомобиля» | 22 дней | Пн 13.05.19 | Вт 11.06.19 |
| «Модификация базовой модели автомобиля» | 10 дней | Пн 13.05.19 | Пт 24.05.19 |
| Установка внешней иллюминации | 3 дней | Пн 13.05.19 | Ср 15.05.19 |
| Установка одноплатного компьютера Orange Pi Lite 2 | 1 день | Чт 16.05.19 | Чт 16.05.19 |
| Замена мотора-редуктора | 1 день | Пт 17.05.19 | Пт 17.05.19 |
| Установка контроллера | 1 день | Пн 20.05.19 | Пн 20.05.19 |
| Установка литий-полимерной аккумуляторной сборки Li-Po | 1 день | Вт 21.05.19 | Вт 21.05.19 |
| Установка зарядного устройства Robiton HobbyCharger01 | 1 день | Ср 22.05.19 | Ср 22.05.19 |
| Установка магнитного энкодера Pololu magnetic Encoder #3081 | 1 день | Чт 23.05.19 | Чт 23.05.19 |
| Установка веб-камеры на крышу автомобиля | 1 день | Пт 24.05.19 | Пт 24.05.19 |
| «Программирование» | 12 дней | Пн 20.05.19 | Вт 04.06.19 |
| Разработка программного обеспечения распознавания | 4 дней | Пн 20.05.19 | Чт 23.05.19 |
| Разработка программного обеспечения управления | 5 дней | Пт 24.05.19 | Чт 30.05.19 |
| Разработка программного обеспечения дистанционного слеж | 3 дней | Пт 31.05.19 | Вт 04.06.19 |
| Готовая к эксплуатации модель беспилотного автомобиля | 0 дней | Вт 04.06.19 | Вт 04.06.19 |

Рис. 3. Развернутая иерархическая структура работ по производству лабораторной платформы часть 2

Также была изучена информация по всем используемым материальным и трудовым ресурсам при производстве платформы. Все данные были внесены в программу Microsoft Project и на основании

этого рассчитана себестоимость робототехнической платформы (стенда) которую можно увидеть на рисунке 4.

| Название задачи | Бюджетная стоимость | Общие затраты |
|--|---------------------|--------------------|
| «Производство лабораторной платформы» | 62 000,00 Р | 61 732,80 Р |
| <i>Бюджет компании</i> | <i>62 000,00 Р</i> | |
| » Трасса | | 18 988,00 Р |
| «Светофоры и устройства управления» | | 4 349,30 Р |
| » Светофоры | | 1 979,30 Р |
| » Устройство управления | | 2 370,00 Р |
| » Дорожные знаки | | 277,50 Р |
| » Модель беспилотного автомобиля | | 38 118,00 Р |

Рис. 4. Оценка стоимости проекта по производству платформы

В результате использования программы Microsoft Project были осуществлены: оценка затрат на проект в рублях и во вре-

мени, структурированно и наглядно прописаны последовательность работ по производству платформы и персонал в соот-

ветствии со своими обязанностями по проекту. В дальнейшем результаты проделанной работы могут быть применены для более эффективного использования трудовых и материальных ресурсов, то есть для

оптимизации процесса производства, а также для снижения затрат, что приведет к снижению конечной, достаточно высокой на настоящий момент, стоимости продукта.

Библиографический список

1. *Официальный сайт* компании ООО «Попков Роботикс» [Электронный ресурс] – URL: <http://popkovrobotics.ru/> (дата обращения: 15.06.2019).
2. *Примеры* применения систем технического зрения / Прошлое и будущее систем машинного зрения [Электронный ресурс] – URL: <https://controlengrussia.com/tehnicheskoe-zrenie/sistemy-mashinnogo-zrenija/> (дата обращения: 26.06.2019).
3. *Системы* машинного зрения для робототехнических платформ [Электронный ресурс] – URL: <https://notimpotent.com/sistemy-mashinnogo-zreniya/> (дата обращения: 01.07.2019).

INNOVATIVE DEVELOPMENT - ROBOTOTECHNICAL TRAINING STAND WITH TECHNICAL VIEW

K.S. Polyanichko, *Student*

E.A. Arkhipova, *Student*

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics
(Russia, Tomsk)

***Abstract.** The paper considers innovative development - a robotic training stand, its design features and applied technologies. The stages of production of the platform in the Microsoft Project program are described in detail and structured, and the project costs have been estimated in rubles and in time.*

***Keywords:** robotic training stand, technical vision, design features, production stages, cost price.*