

**ПЕДАГОГИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ,  
ВКЛЮЧАЮЩЕЙ В СЕБЯ ОБЪЕКТЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ  
РОБОТОТЕХНИКИ**

**PEDAGOGIC-TECHNOLOGICAL ASPECTS OF INTELLECTUALIZATION OF  
INFORMATION ENVIRONMENT INCLUDING OBJECTS OF EDUCATIONAL  
ROBOTICS**

**Ваграменко Ярослав Андреевич / Yaroslav A. Vagramenko,**

*Доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией ФГБНУ «Институт управления образованием РАО» / Doctor of Technics, Professor, Head of the Laboratory, Federal State Budgetary Scientific Institution «Institute of Management of Education of Russian Academy of Education»,  
ininforao@gmail.com*

**Казиахмедов Тофик Багаутдинович / Tofik B. Kaziakhmedov,**

*Кандидат педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой информатики и методики преподавания информатики Нижневартовского государственного университета / Associate Professor, Ph. D, Head of Chair of informatics and computer science teaching methods, Nizhnevartovsk State University,  
ktofik@yandex.ru*

**Яламов Георгий Юрьевич / Georgij Y. Yalatomov,**

*Кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Институт управления образованием РАО» / Candidate of Physics and Mathematics, Leading scientific researcher, Federal State Budgetary Scientific Institution «Institute of Management of Education of Russian Academy of Education»,  
geo@portalsga.ru*

**Аннотация**

Рассмотрены проблемы интеллектуализации информационно-образовательной среды посредством внедрения в нее объектов образовательной робототехники. Приведены основное содержание профилирующего курса для специалистов по робототехнике, профессиональные компетенции бакалавров ИВТ по направлению робототехника. Рассмотрен пример разработки и проектирования студентами робота-разносчика.

**Abstract**

The problems of intellectualization of the information and educational environment through the introduction of educational robotics are considered. The main content of the profiling course for the specialists in robotics, the professional competences of the IVT bachelors in the direction of robotics are given. Student project of the development and design of robot-peddler are considered.

**Ключевые слова:** робототехника; образовательная робототехника; интеллектуальные роботы; управление роботом; проектирование роботов; компоненты роботов; компетенции бакалавров.

**Keywords:** robotics, educational robotics, intelligent robots, robot control, robot design, robot components, bachelor's competencies.

Робототехника является одним из важнейших направлений научно-технического прогресса, в котором проблемы схмотехники, мехатроники и новых технологий соприкасаются с проблемами искусственного интеллекта. Постиндустриальное общество требует интеллектуализации информационных систем всех сфер деятельности современного общества. Поэтому специалисты и педагоги, обладающие знаниями в

области инженерной и образовательной робототехники, в настоящее время достаточно востребованы. Несомненно, что и в дальнейшем будет расти спрос на высококвалифицированный интеллектуальный труд с элементами творчества. В статьях [1, 2] обоснована необходимость специальной подготовки будущих учителей образовательной робототехнике, приведено примерное содержание этой подготовки. Возникает необходимость внедрения в учебный процесс школ и вузов дисциплин и курсов, направленных на освоение будущими специалистами основ робототехники, т.е. интеллектуализации информационно-образовательной среды (ИОС) посредством внедрения в нее объектов образовательной робототехники. В связи с новыми обстоятельствами, здесь уместно подчеркнуть, что школьный курс информатики, касающийся и информационных технологий, в настоящее время не может оставаться в рамках изучения типовых алгоритмов, некоторых материальных средств компьютеризации, т.е. всего того, что составляет средства одностороннего управления информационными системами без учета потребностей их самоориентации на внешние условия и реакции на обратные связи. Развитие курса информатики в сторону освоения робототехнических систем соответствует сегодняшнему этапу расширения знаний и навыков в сторону информатизации общества. Углубление подготовки школьников и специалистов вузов в этом направлении требует прежде всего освоения методов и средств интеллектуализации ИОС, в которой согласованно взаимодействуют сигналы заданного управления и собственная реакция системы на внешние воздействия.

Говоря о школьном образовании, обучение основам образовательной робототехники здесь происходит на кружковых и факультативных занятиях, уроках информатики и физики, в дворцах технического творчества. Имеются и частные центры обучения робототехнике. Образовательная робототехника охватывает различные ступени школьного образования, от начальной школы до старших классов. Большая часть учебного времени здесь отводится для практических занятий, посвященных конструированию и программированию роботов, т.е. программно-управляемых устройств с обратной связью, обладающих определенной самостоятельностью поведения. Интеллектуализация ИОС, как в данном случае, так и при изучении робототехники в вузах, может быть достигнута за счет правильной организации взаимодействия трех составных частей таких устройств:

- 1) *сенсорные структуры*, которые поставляют информацию об окружающей среде;
- 2) *вычислительные структуры*, которые обрабатывают сенсорную информацию и принимают решения;
- 3) *двигатели*, с помощью которых робот как целостная система может активно взаимодействовать с окружающей средой, манипулировать предметами и перемещаться, выполняя команды вычислительной структуры.

Каждая из этих структур вносит необходимый вклад в формирование ИОС, приобретающей таким образом некоторые интеллектуальные свойства.

В настоящее время занятия по созданию и программированию простых моделей роботов при обучении школьников основам робототехники базируется на использовании робототехнических наборов. Эти наборы фактически содержат компоненты, позволяющие в простейшем случае, создавать такие структуры. Самыми распространенными являются наборы Lego:

- Базовый набор ПервоРобот LEGO WeDo. Дает возможность ученикам собрать и запрограммировать простые модели LEGO через приложения в компьютере.
- Набор роботов-конструкторов FUN&BOT 1 story (4 в одном). Из данной модели конструктора HUNA собираются простые модели животных. В комплекте есть методические пособия, которые содержат подробные инструкции по сборке моделей. Серия включает три набора по уровню сложности: основной (story), средний (sensing) и продвинутый (exciting).

- Конструктор роботов с сенсорами Fun & Bot 2 sensing (4 в одном). Из конструктора Huna Fun & Bot sensing (4 робота) собираются различные модели роботов, которые комплектуются инфракрасными сенсорами, двигателями и материнской платой с набором программ.
- Конструктор роботов на пульте Fun&Bot 3 (4 в одном). Модель Fun & Bot exciting HUNA (4 робота+ пульт управления) позволяет собрать роботов с дистанционным ИК управлением.
- Набор роботов-конструкторов 26 в 1 HUNA CLASS 3. Данный набор позволяет создать на 20 роботов больше, чем аналогичный набор Лего 31313 Mindstorms EV3 (Lego Mindstorms). Полный набор по началам робототехники для начальной школы с запасным (дублирующим) набором электронных частей.
- Конструктор TETRIX, состоящий из набора металлических деталей, сенсоров, сервоприводов и программируемого блока NXT. Программирование роботов, собранных из данного набора, осуществляется на языке RobotC.
- Набор программируемых роботов Huna. Наборы подходят для учеников средней и старшей школы. Состоят из алюминиевых блоков. Подходят для соревнований.

Заметим, что наличие в наборах Lego Mindstorms и TETRIX отдельного программируемого блока в сочетании со средой программирования высокого уровня делает данный набор серьёзным инструментом, позволяющим создавать роботов, решающих достаточно сложные задачи. Набор позволяет подобрать необходимые детали практически под любую задачу либо объединить несколько наборов для решения сложных задач.

В состав данных робототехнических наборов входят методические рекомендации и инструкции для педагогов и учащихся по их использованию, учебные материалы в области робототехники и программирования. В частности, они включают в себя электронные учебные ресурсы по программированию роботов на платформе NXT и RCX на языке Си, визуальном языке программирования NXT-G, тематические проекты, базовые задания и задания повышенной сложности по конструированию роботов.

На занятиях по робототехнике учащиеся проектируют образовательных интеллектуальных роботов и программируют их действия в среде ПервоРобот NXT на базе микропроцессора NXT 2.0, Mindstorms NXT, EV3 и платформ Arduino, Raspberri PI, составляют алгоритмы и программы управления Лего-роботами с использованием системы регистрации сигналов датчиков. Изучают основы мехатроники и программирования микроконтроллеров на языках высокого уровня. Основным принципом обучения здесь является принцип «шаг за шагом», поэтому задания разной трудности учащиеся осваивают поэтапно, имея возможность работать в собственном темпе [3]. Насыщение ИОС интеллектуальными компонентами происходит в результате создания учащимися функционирующей модели робота. Основные учебные цели на различных этапах обучения при этом могут быть следующие:

- 1) ознакомление с возможностями и интерфейсом программы микрокомпьютера, входящих в состав наборов;
- 2) выявить назначение и возможности датчиков;
- 3) научиться программировать:
  - ультразвуковой датчик, гироскопический датчик, световой датчик (в режиме цвета) и датчик касания, используя микрокомпьютер;
  - средний сервомотор;
  - работа на выполнение поставленных задач: на обнаружение и захват цели, на повороты и обход препятствия, различать свет и тень, двигаться до обнаружения

края поверхности (стола), двигаться до препятствия (стены), реагировать на прикосновения и др.

- 4) научиться создавать программу, с использованием двух и более датчиков одновременно и внедрять звуковые эффекты в программу;
- 5) научиться конструировать и диагностировать работу управляющих конструкций и ходовой части робота;
- 6) разработать программу, позволяющую роботу реагировать на внешние раздражители;
- 7) создать программу, позволяющую роботу обходить заданные препятствия;
- 8) создать программу, позволяющую роботу безошибочно двигаться вдоль черной линии и осуществлять поиск и захват цели;
- 9) объединить управляющую, ходовую и головную (вычислительную) части робота, проверить общую работоспособность, настроить датчики касания, моторы и световой датчик;
- 10) объединить все управляющие элементы, проверить работоспособность всех частей конструкции.

Таким образом, в школьном курсе робототехники, в основном пропедевтическом, можно обеспечить определенный уровень интеллектуализации ИОС, который обеспечивает ориентацию учащегося на взаимодействие с самоуправляемым объектом и на творческое участие в достижении заданной цели формирования ИОС.

Педагогико-технологические средства интеллектуализации информационных систем с робототехническими устройствами при подготовке специалистов по робототехнике в вузе должны создать теоретическую основу формирования систем с зачатками искусственного интеллекта, и обеспечить условия творческого участия студентов в практическом освоении соответствующих систем. При этом надо учитывать, что интеллектуализация ИОС, достигаемая в основном за счет самостоятельной реакции робототехнических устройств на внешние условия, как раз является тем фактором, который вносит в знания и навыки студента умение ориентироваться в окружении реальных робототехнических систем. Поэтому для подготовки специалистов в области интеллектуализации информационных системы в теоретическую подготовку должны быть включены следующие вопросы:

- Роботы, как самостоятельные объекты, выполняющие конкретные интеллектуальные операции.
- Робот, как часть какой-либо информационной системы.
- Робот, как интеллектуальный компонент сложных систем (например, робот-водитель, робот автопилот и т.д.).
- Управление робототехническими комплексами, оснащенными обратной связью и экспертными системами (способными прогнозировать результаты манипуляций и дающей советы по выбору цели).

Безусловно, профилирующий курс подготовки специалистов по робототехнике, помимо вышеуказанных вопросов, должен охватывать весь материал, относящийся к робототехнике:

1) **Микроконтроллеры, датчики, серводвигатели, приборы, применяемые в робототехнике.** Линейки микроконтроллеров Arduino, одноплатный компьютер Raspberry Pi2, их архитектура. Программирование для Arduino, Raspberry Pi2. Датчики расстояния, датчики температуры, давления, движения, датчики определения газов в среде (дыма, кислорода и др.). Драйверы для датчиков, двигателей. Видеокамеры, микрофоны, их программное обеспечение. Создание кластеров на основе микроконтроллеров и микрокомпьютеров для реализации робототехнических систем);

2) **Современная робототехника и их структурные особенности:** строительная,

промышленная, бытовая, авиационная и экстремальная (военная, космическая, подводная) робототехника.

3) **Классы роботов:** манипуляционные и мобильные, роботы, как самостоятельные объекты, выполняющие конкретные механические операции (не интеллектуальные) в производственных процессах.

4) **Виды мобильных роботов:** колесные роботы, гусеничные роботы, шагающие роботы, летающие роботы, ползающие роботы, перемещающиеся по вертикальным поверхностям роботы, подводные роботы.

5) **Управление робототехническими комплексами.**

**Биотехнические:** командные (кнопочное и рычажное управление отдельными звеньями робота); копирующие (повтор движения человека, экзоскелеты); полуавтоматические (управление одним командным органом, например, рукояткой всей кинематической схемой робота).

**Автоматические:** программные (функционируют по заранее заданной программе, в основном предназначены для решения однообразных задач в неизменных условиях окружения); адаптивные (решают типовые задачи, но адаптируются под условия функционирования); интеллектуальные (наиболее развитые автоматические системы).

**Интерактивные:** автоматизированные (возможно чередование автоматических и биотехнических режимов); супервизорные (автоматические системы, в которых человек выполняет только целеуказательные функции); диалоговые.

6) **Этапы разработки роботов.** Определение функций робота. Изучение аналогов. Выявление платформы, способов управления. Выбор элементной базы робота: платформа, микроконтроллеры, датчики, серводвигатели, механические компоненты, инструментальные компоненты (ножницы, клешня, подъемный механизм и т. п.). Разработка программных модулей. Сборка робота. Апробирование работы робота. Анализ обучаемости (самообучения) робота. Изучение проблемы адаптации робота для реальных производственных задач.

Примеры постановки такого обучения немногочисленны. Предлагаемые здесь компоненты подготовки специалистов по робототехнике могут быть дополнены и другими мнениями. Здесь мы опираемся на опыт подготовки бакалавров по направлению 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» (далее бакалавров ИВТ) в Нижневарттовском государственном университете. Требования ФГОС 3-го поколения к данному направлению не содержат компетенций, связанных с робототехникой. Наш подход подразумевает формирование следующих специальных профессиональных компетенций (СПК):

• **Проектно-технологическая деятельность:** способность разрабатывать робототехнические компоненты аппаратно-программных комплексов, используя необходимые микроконтроллеры, микросхемы, датчики, серводвигатели, механизмы и платформы (СПК-1); способность разрабатывать программное обеспечение роботов для биотехнического, автоматического, интерактивного управления (СПК-2);

• **Научно-исследовательская деятельность:** способность обосновывать использование разрабатываемых учебных роботов в реальном производстве (СПК-3).

В практической деятельности будущий специалист может встретиться с различными типами роботов, разнообразие которых увеличивается с развитием информационных интеллектуальных систем и областей их применения. Возникает вопрос - надо ли пытаться раздробить подготовку робототехника на освоение конкретных многочисленных систем, которые не обеспечат охвата перспективных решений? Или стоит выбрать интегральный подход, который обеспечит твердое освоение творческих навыков в реализации робототехнических систем и привитие взглядов на перспективные решения? Мы полагаем не без оснований, что именно техническое творчество студентов способно обеспечить необходимые навыки и научно-практический фундамент при изучении этой области современной техники.

На это счет у нас имеется определенный опыт студенческой творческой самоорганизации. Студенты ИВТ при прохождении теоретического курса, формируют



робототехническую систему, скомпонованную самостоятельно (конечно под наблюдением преподавателя). Действует принцип «Сделай сам – и все поймешь». Во многом, результат студенческого творчества зависит от целесообразного выбора и сочетания ресурсного обеспечения робототехнической системы. В сформированной ИОС реализуются взаимоотношения между программным обеспечением и внешними сигналами, формирующими условия интеллектуализации данной среды. В качестве программной платформы для данной робототехнической системы используются 3 приложения:

1. Android-приложение, которое передает команды пользователя «роботу» и выводит видеопоток с камеры на работе.

2. Приложение для RaspberryPi, которое принимает информацию с Android-приложения, обрабатывает ее и передает необходимые команды Arduino по USB, считывает и обрабатывает фото с камер.

3. Arduino-приложение, которое занимается движением робота, то есть управляет моторами, сервоприводами и считывает данные с датчиков.

Рассмотрим соответствующий пример: разработка робота-разносчика объектов в пределах комнаты. Для перемещения по комнате подходит колесная платформа. Так как плоскость, по которой будет перемещаться наш робот ровная, ему не составит труда перемещаться на колесах. Используем модель СКМ MCU FZ1499, как самую выгодную в плане экономичности, практичности и доступности.

В нашем случае создается супервизорный робот. Рассмотрим ресурсное обеспечение для управления роботом. Для двигателей и сервоприводов требуется плата для управления. Одним из наиболее известных и простых в использовании является линейка микроконтроллеров Arduino. Выберем модель, так как она имеет хорошие характеристики (Таблица 1.), в том числе множество штыревых разъемов и наибольшую частоту по сравнению с аналогами. Более подробно о микроконтроллерах можно посмотреть в [1].

Таблица 1. Характеристики Arduino Due

Микроконтроллер	AT91SAM3X8E
Рабочее напряжение	3,3 В
Входное напряжение (рекомендуемое)	7-12 В
Входное напряжение (предельное)	6-20 В
Цифровые входы/выходы	54 (на 12 из которых реализуется выход ШИМ)
Аналоговые входы	12
Аналоговые выходы	2 (ЦАП)
Общий выходной постоянный ток	50 мА
На всех входах/выходах	
Постоянный ток через вывод 3,3 В	800 мА
Постоянный ток через вывод 5 В	800 мА
Флеш-память	512 КБ доступно всего для пользовательских приложений
ОЗУ	96 КБ (два банка: 64 КБ и 32 КБ)
Тактовая частота	84 МГц

Для работы с камерой, обмена информацией с телефоном, вывода изображения на экран-лицо был выбран одноплатный компьютер RaspberryPi2, так как он имеет наибольшую производительность и 4USB-порта (Таблица 2).

Таблица 2. Характеристики Raspberry Pi

Процессор	Broadcom BCM2836 quad-core ARMv7 (900MHz)
-----------	---

Оперативная память	1Gb
Видеовыход	HDMI
A/V выход	A/V выход 3.5мм jack 4 pin
USB порты	USB 2.0 x 4
Сеть	10/100Mb RJ45 Ethernet
Bluetooth	–
Слот для карты памяти	Micro SD
GPIO	40

Для управления двигателями необходим драйвер двигателей. В данном случае использовался L298N, так как он имеет подходящие характеристики, пассивное охлаждение и относительно небольшую цену.

Для определения расстояния необходим соответствующий датчик. В данном случае использовался ультразвуковой датчик модель HC-SR04.

Для распознавания объектов необходима камера. Был выбран стандартный модуль камеры для RaspberryPi – Raspicam.

Для имитации лица был выбран специальный экран для RaspberryPiRPUUSDISPv2. Удобен он тем, что подключается к RaspberryPi непосредственно по USB и не требует дополнительного питания.

Для возможности удержания предметов необходима клешня. Была выбрана модель с редуктором, для лучшего и безопасного удержания предметов.

Для сгибов рук используются сервоприводы. Были выбраны MG995 и S05NF, так как они имеют в основе металлические внутренности, в отличие от аналогов, которые исполнены в пластиковом варианте. Таким образом, они могут выдержать большие нагрузки.

Для питания используется LiPo аккумулятор с характеристиками 7.4 V 5200 mAh, используемый в радиоуправляемых моделях.

Так как напряжение 7.4 V слишком велико для наших потребностей, его необходимо снизить до необходимого. Для этих целей был использован преобразователь напряжения модели TC43200.

Для распознавания предметов также необходима вторая камера, так как первая камера занята передачей информации на смартфон. В качестве второй, в данном случае, использовалась веб камера Creativehd 720.

Для создания точки доступа необходим модуль Wi-Fi. Был выбран адаптер, созданный специально для RaspberryPi – Wi-Pi.

Теперь опишем проектирование аппаратной части робота. Поскольку роботизированная платформа включает в себя несколько отдельных электронных компонентов, то следует четко понимать схему подключения этих компонентов к устройству, управляющему ими. Для подключения использовался драйвер двигателей на базе микросхемы L298N, собранный на плате в виде модуля. Он имеет управляющие выводы. Чередование разноименных сигналов (высокий логический уровень или низкий) на парах выводов IN1, IN2 и IN3, IN4 задают направление вращения моторов. Выводы ENA, ENAB (ENA привязан к IN1, IN2, ENB к IN3, IN4) отвечают за раздельное управление каналами. Двигатели могут использоваться в двух режимах:

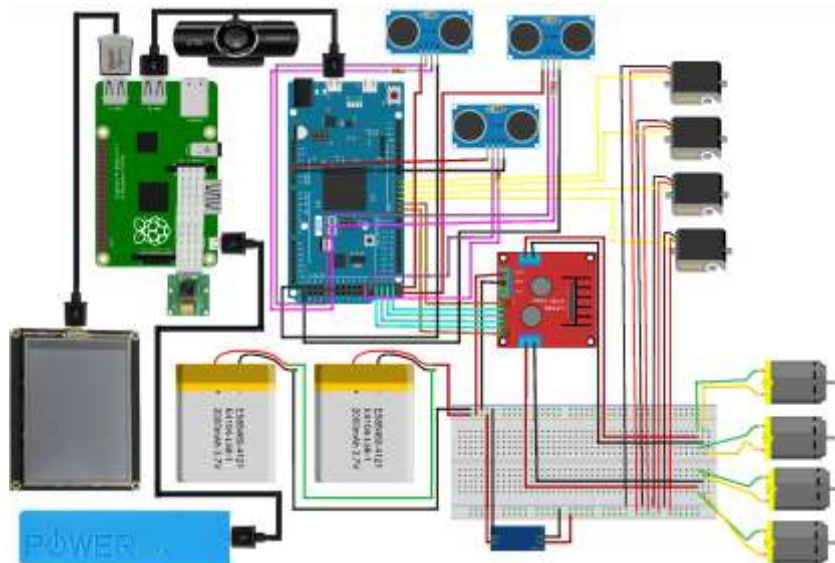
В первом режиме моторы могут иметь 2 режима скорости:

- Полная остановка. На моторы не подается напряжение, они не вращаются.
- Максимальная скорость. Регулировать ее нет возможности. Так как выводы ENA и ENB замкнуты с выводом 5V при помощи перемычек JP2, JP3.

Во втором режиме нам дается возможность управления скоростью, для этого необходимо вынуть перемычки JP2, JP3 замыкающие выводы ENA-5V, ENB-5V и подключить выводы ENA, ENB к штыревым разъемам на Arduino. И теперь при помощи

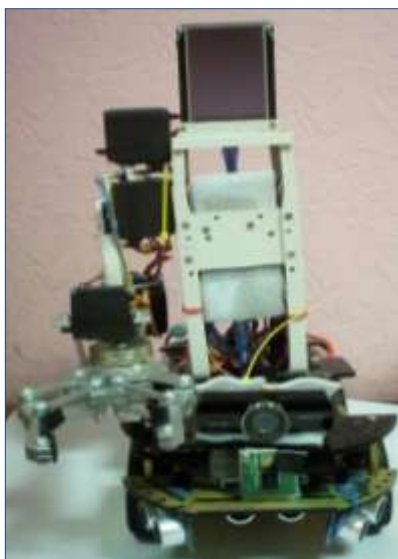
подачи различного напряжения на подключенных гнездах будет реализована возможность установки необходимой скорости.

Также для более простого понимания соединений между устройствами изобразим схематическое представление всех имеющихся компонентов (рис. 1.).



**Рис.1. Схематическое представление подключения компонентов**

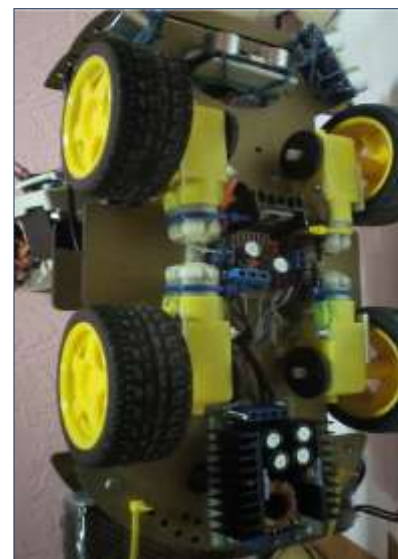
Собранный вариант робота представлен на рисунках 2, 3 и 4.



**Рис. 2. Робот, вид спереди**



**Рис. 3. Робот, вид сзади**



**Рис. 4. Робот, вид снизу**

Известно несколько роботов с аналогичными возможностями. Это робот-разносчик пиццы, робот-помощник, робот-официант. Все они имеют задачу, схожую с вариантом робота, созданного студентами.

DRU (Domino's Robotic Unit) – робот Австралийского филиала компании Domino's Pizza. Это полностью автоматический робот-разносчик пиццы. Робот оснащен четырьмя колесами и может развивать скорость до 20 километров в час. Он запрограммирован на движение только по тротуарам и велосипедным дорожкам без выезда на проезжую часть. Робот может сам находить дом заказчика и добираться до него при помощи системы GPS-навигации. Объезжать прохожих и различные препятствия ему помогают многочисленные



лазерные сенсоры. Пицца во время доставки находится в специальном отделении с подогревом [4].

Робот фирмы Yaskawa с одноименным названием позиционируется как помощник одиноким инвалидам и пожилым людям. Управляемый человеком из другого города, он может собирать предметы, переносить их, передавать звук и видео [4].

Роботы-официанты в Харбине - принимают заказы, убирают помещение и даже готовят несложные блюда, пельмени и лапшу. Официанты-автоматы ресторана способны понимать некоторые фразы на китайском, а также отвечать клиентам. Создатели роботов даже добавили им 10 «выражений лица». Владельцы ресторана утверждают, что клиенты в восторге от их «железного» персонала. Еду на разнос кладут люди. Робот движется строго по заданному маршруту к месту заказа. Посетитель сам забирает заказ из «рук» официанта [5].

Сравнив аналоги можно сказать, что разработанный студентами робот по своим возможностям принципиально не уступает рассмотренным выше роботам. Вместе с тем отличается экономными решениями и тем, что он – результат творческой образовательной деятельности молодежи. Сферы деятельности этого робота различны – от простой уборки в комнате до разноса еды в гостиницах и ресторанах.

Особенно использование таких роботов актуально для малого и среднего бизнеса, так как несет за собой удешевление некоторых услуг, что благоприятно влияет на экономическую эффективность. Экономия проявляется в том, что робот не нуждается в заработной плате, может работать неограниченное количество времени.

В заключении отметим, что рассмотренное выше робототехническое конструирование, помимо закрепления теоретических знаний на практике, направлено на развитие алгоритмического мышления и формирование компетенций, обеспечивающих работу с информационными системами, обладающими первичными задатками искусственного интеллекта. Здесь проявляется важная особенность интеллектуализации ИОС с обеспечением интерактивности и обратных связей взаимодействующих объектов.

### Литература

1. Ваграменко Я. А., Казиахмедов Т. Б., Яламов Г.Ю. Методическое обеспечение подготовки учителей образовательной робототехники. Педагогико-технологический аспект // Педагогическая информатика. 2016. № 1. С.30-44.
2. Ваграменко Я. А., Казиахмедов Т. Б., Яламов Г.Ю. Методическое обеспечение подготовки учителей образовательной робототехники. Методический аспект. Педагогическая информатика. 2016. №2. С. 41-50.
3. Образовательная робототехника. Методическое пособие. / Составитель Бояркина Ю.А.- Тюмень: ТОГИРРО, 2013.
4. Информационно-виртуальный портал "IVS: Япония: Международная выставка роботов" [Электронный ресурс] //URL: [http://www.informatsionno-virtualnyi.com/news/japonija\\_mezhdunarodnaja\\_vystavka\\_robotov/2011-12-26-492](http://www.informatsionno-virtualnyi.com/news/japonija_mezhdunarodnaja_vystavka_robotov/2011-12-26-492) (дата обращения: 09.04.17).
5. PostDefender: Роботы персонал китайского ресторана в Харбине [Электронный ресурс] //URL: <http://postdefender.ru/robotyi-personal-kitayskogo-restorana-v-harbine> (дата обращения: 09.04.17).