

Я.А. Ваграменко

О.М. Карпенко

Г.Ю. Яламов

Т.Б. Казиахмедов

Т.Ш. Шихнабиева

Н.В. Борисова

С.В. Сафонова

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА КАК ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБУЧЕНИЯ

Монография



АНО ВО «ОТКРЫТЫЙ ГУМАНИТАРНО-
ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
БИОР УМНЕЙ
ФГБНУ «ИНСТИТУТ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЕМ РАО»

Я.А. Ваграменко

О.М. Карпенко

Г.Ю. Яламов

Т.Б. Казиахмедов

Т.Ш. Шихнабиева

Н.В. Борисова

С.В. Сафонова

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА КАК ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБУЧЕНИЯ

Монография

Москва
2019

УДК 37.01:681.51
ББК 74с51 + 32.96
О-23

Рецензенты:

Русаков Александр Александрович – доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры информатики «МИРЭА - Российский технологический университет», Почетный работник высшего профессионального образования РФ, Президент Академии информатизации образования

Куракин Дмитрий Владимирович – доктор технических наук, профессор, лауреат премии Правительства РФ в области образования, Почетный работник науки и техники Российской Федерации, главный редактор журнала «Информатизация образования и науки», советник директора ФГАУ ГНИИ ИТТ «Информика», Вице-президент Академии информатизации образования

Образовательная робототехника как инновационная технология обучения: Монография / **Я.А. Ваграменко**, О.М. Карпенко, Г.Ю. Яламов, Т.Б. Казиахмедов, Т.Ш. Шихнабиева, Н.В. Борисова, С.В. Сафонова. М.: Изд-во СГУ, 2019. 105 с.

ISBN 978-5-8323-1106-7

В монографии обобщены результаты исследований авторов в области образовательной робототехники, которая рассматривается как многогранная педагогическая технология, интегрирующая инновационные отрасли знаний. Определены ее современное состояние и пути развития, приведены примеры использования роботизированных устройств в учебном процессе, реализации студенческих робототехнических проектов, представлена учебная программа «Образовательная робототехника», даны методические и практические рекомендации, рассмотрены технические аспекты использования компонентов роботизированных устройств в учебном процессе, проблемы подготовки педагогов в области образовательной робототехники и пути её совершенствования.

УДК 37.01:681.51
ББК 74с51 + 32.96

© Авторы, 2019
© ФГБНУ «ИУО РАО», 2019
© АНО ВО «ОГЭУ», 2019
© БИОР УМНЕЙ, 2019
© Издательство СГУ, оформление, 2019

ISBN 978-5-8323-1106-7

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
Глава 1. Анализ современного состояния образовательной робототехники (Я.А. Ваграменко, Г.Ю. Яламов, О.М. Карпенко).....	8
1.1. Основные направления развития образовательной робототехники	8
1.2. Педагогико-технологическое и методическое обеспечение образовательной робототехники.	14
Глава 2. Формирование основ проектирования робототехнических систем (Т.Б. Казиахмедов, Г.Ю. Яламов).....	24
2.1. Уровневое обучение основам робототехники в общем и дополнительном образовании	24
2.2. Примерная рабочая программа «Образовательная робототехника» для будущих учителей информатики ...	30
2.3. Методические подходы к обучению робототехнике бакалавров по направлению подготовки «Информатика и вычислительная техника»	36
2.4. О реализации региональных студенческих проектов в области робототехники.	40
2.5. Практические рекомендации и технические аспекты использования компонентов роботизированных устройств	67
Глава 3. Проблемы подготовки педагогов в области образовательной робототехники и пути её совершенствования (Т.Ш. Шихнабиева, Борисова Н.В., Сафонова С.В.)	92
Заключение	100
Список используемой литературы	102

Введение

Тенденции развития информационного общества приводит к очевидному включению в информационную среду объектов, реализующих человеко-машинное взаимодействие, при котором информационная система проявляет себя как партнер с определенными признаками интеллекта. Это вызывает необходимость интеллектуализации этих систем как естественного требования современного медиатизированного общества. Именно в робототехнике, как одном из важнейших направлений научно-технического прогресса, проблемы схемотехники, мехатроники и новых технологий соприкасаются с проблемами искусственного интеллекта. Поэтому весь комплекс научно-технических разработок в области робототехники и робототехнических систем в настоящее время востребован во многих сферах человеческой деятельности. Для этого есть и экономические причины: труд становится дороже, а робототехнологии – дешевле.

Первый подводный робот с управлением от ЭВМ был построен еще в 1968 году в СССР, а сейчас уже существуют семейства промышленных и летающих роботов (аэробов), имитации домашних животных (японский робот AIBO), развиваются бытовые роботы и роботы для рекламы, сервисная робототехника и др. Беспилотные летающие аппараты (дроны) – один из важных видов вооружений. Автомобили, самолеты и корабли после внедрения внешнего управления превратятся в роботов.

Несмотря на то, что Россия по темпам роботизации явно отстает от показателей «в среднем по миру», мы убеждены,

что наша страна придет к роботизации. Появляются собственные производства, цифры роботизации растут – с 2005 по 2015 г. продажи промышленных роботов в России ежегодно увеличивались в среднем на 27% [1]. Конечно, необходима государственная поддержка – как мощный драйвер роста роботизации.

Таким образом, одной из приоритетных задач, стоящих перед нами в России, является разработка новых средств роботизации. В связи с этим, специалисты и педагоги, обладающие знаниями в области инженерной и образовательной робототехники, в настоящее время достаточно востребованы [2]. Несомненно, что и в дальнейшем будет расти спрос на высококвалифицированный интеллектуальный труд с элементами творчества. Возникает необходимость дальнейшего 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 включения в нее объектов образовательной робототехники [3]. Поэтому вопрос интеграции робототехники как непосредственно в учебный процесс, так и внеурочное время, начиная уже с начальной школы и далее на каждой ступени образования, включая ВУЗы, достаточно актуален. Не вызывает сомнений и необходимость методической поддержки педагогов, преподавателей центров технического творчества и специалистов, ведущих практическую деятельность по реализации образовательных программ в области образовательной робототехники в условиях новых ФГОС.

Интерес к образовательной робототехнике в нашей стране прямо и косвенно подкрепляется целым рядом документов и мероприятий: Комплексная программа «Развитие образовательной робототехники и непрерывного ИТ-образования» [4], указ Президента РФ, содержащий перечень приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российс-

кой Федерации [5]; комплекс мер, направленных на создание условий для развития дополнительного образования детей в сфере научно-технического творчества, в том числе в области робототехники; создание в Минобрнауки РФ координационного совета по робототехнике; указ Президента РФ «О Национальном центре развития технологий и базовых элементов робототехники» [6] и др.

Определенный вклад в развитие образовательной робототехники и научно-технического творчества молодежи вносит и федеральная программа поддержки молодых программистов IT-Start. С 2012 года в рамках этой программы, реализуемой Агентством инновационного развития (АИО), проводятся профильные смены «Робототехника» на базе образовательных учреждений дополнительного образования детей и детских образовательных лагерей. АИО проводит исследования и научно-практические конференции по направлению «Образовательная робототехника», осуществляет консалтинг образовательных учреждений, практикующих робототехнику в обучающем процессе.

Программа фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 годы, утвержденная распоряжением Правительства РФ, предусматривает развитие направления «Интеллектуализация информационных систем и технологических процессов в сфере образования». Для развития этого направления исследований важнейшее значение имеет изучение программно-управляемых устройств с выраженными робототехническими признаками. В связи с этим образовательная робототехника, основой которой являются программно-управляемые устройства с обратной связью, приобретает особое значение как интегрированное направление обучения.

Важно понимать, что, рассматривая вопросы развития и совершенствования образовательной робототехники, мы в то же время ориентируемся на освоение европейских и мировых

стандартов, их практическое внедрение и в конечном итоге на создание цифровой экономики, основанной на «технологиях национального производства», обеспечивающих достижение национальных приоритетов России.

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИКИ

§ 1.1. Основные направления развития образовательной робототехники

В настоящее время под образовательной робототехникой понимают цикл мероприятий в средней школе или образовательных учреждениях дополнительного образования, в котором программирование и конструирование, объединяясь, позволяют формировать навыки технического творчества, мотивируют школьников на изучение точных наук и обеспечивают их раннюю профессиональную ориентацию [7]. Если рассматривать робототехнику как технологию обучения, то в ее основе лежит самостоятельное усвоение знаний обучающимися. Некоторые исследователи [8, 9] определяют данную технологию, как технологию, вовлекающую обучающихся в конструирование, разработку и изменение моделей робота на основе информационно-обучающих сред, которая поддерживает и поощряет их для изучения идей, лежащих в основе этих конструкций, что способствует формированию творческого мышления и более высокого порядка обучения.

Образовательная робототехника видится многогранной образовательной технологией, основу которой составляет творчество обучающихся на интеграции инновационных отраслей знаний, направленной на осуществление поиска, подготовки и методическое содействие обучающимся.

Применительно к школьному образованию, обучение основам образовательной робототехники происходит на круж-

ковых и факультативных занятиях, уроках информатики и физики, в дворцах, клубах и центрах технического творчества и непрерывного IT-образования образования. 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.

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. В России образовательные робототехнические наборы производят компании: РОББО, ЛАРТ, Амперка, Мастер-кит, СМАЙЛ, Брейн Девелопмент, Роботология, ТРИК, Технолаб. На рынке представлены и зарубежные производители наборов: LEGO, Rusberry Pi, Arduino, Huna, Tetrrix, Fischertechnik и др.

В состав некоторых робототехнических наборов входят методические рекомендации и инструкции для педагогов и учащихся по их использованию, учебные материалы в области робототехники и программирования. Они включают в себя электронные учебные ресурсы по программированию роботов, тематические проекты, базовые задания и задания повышенной сложности по конструированию роботов [10].

На занятиях по робототехнике учащиеся проектируют образовательных интеллектуальных роботов и программируют их действия, составляют алгоритмы и программы управления простейшими роботами с использованием системы регистрации сигналов датчиков. Изучают основы мехатроники и про-

граммирования 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 [11]. Насыщение ИОС интеллектуальными компонентами происходит в результате создания учащимися функционирующей модели робота. Таким образом, в школьном курсе робототехники, в основном пропедевтическом, можно обеспечить определенный уровень интеллектуализации ИОС, который ориентирует учащегося на взаимодействие с самоуправляемым объектом и на творческое участие в достижении заданной цели.

Будучи одной из современных форм учебно-исследовательской деятельности в условиях стремительного прогресса высоких технологий, робототехника зарекомендовала себя как форма организации технического творчества, способ вовлечения детей и подростков в активную практическую деятельность на основе освоения новых научно-технических направлений. Использование развивающей образовательной среды при решении сюжетных задач – это эффективное средство успешной профориентации и социализации детей и подростков.

Учитывая вышесказанное, можно выделить основные пути развития образовательной робототехники [12, 13]:

1. Использование робототехнических наборов (модулей) на уроке, непосредственно в учебном процессе. Это могут быть уроки информатики, физики, технологии, окружающего мира.

2. Робототехника в рамках внеурочной исследовательской и проектной деятельности. Например, проекты умного дома, экологического поселка, возобновляемых источников энергии, моделирование различных автоматизированных систем, проведение измерений и анализ экспериментов.

3. Развитие робототехнических кружков, клубов и центров, реализующих программы дополнительного и непрерыв-

ного ИТ-образования образования. Олимпиады, конкурсы, организация робототехнических лагерей и др.

4. Знакомство с основами мехатроники и робототехники в рамках факультативов, элективных курсов.

5. Корректировка рабочих программ по предметам, интегрируемым с образовательной робототехникой (физика, математика, технология, окружающий мир и др.). Включение в рабочие программы модулей с использованием образовательной робототехники.

6. Разработка и реализация программ факультативных, элективных курсов, внеурочной деятельности по робототехнике и моделированию на базе образовательных робототехнических наборов.

7. Прохождение курсовой подготовки преподавателями вузов, учителями начальной и основной школы, педагогами дополнительного образования по внедрению образовательной робототехники в образовательный процесс.

8. Поддержка частно-государственных компаний, реализующих обучение по курсам «Основы робототехники» в учреждениях основного и среднего образования.

Образовательная робототехника, как педагогическая технология, основывается на использовании междисциплинарных связей. Для решения конкретной задачи, а именно – разработки, проектирования и создания робота необходимо интегрировать в одном процессе когнитивные достижения ряда дисциплин, преподаваемых в учебных заведениях (математика, физика, химия, информатика, технология и др.).

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 кур-

са информатики в сторону освоения робототехнических систем соответствует сегодняшнему этапу расширения знаний и навыков в сторону информатизации общества и развития перспективных технологий. Поэтому в рамках предметной области «Информатика» необходим элективный курс «Робототехника». Более того, для развития школьного курса информатики необходимо сориентировать его на информационные системы, включающие в себя самопрограммируемые устройства, реагирующие на внешние сигналы.

Углубление подготовки школьников и специалистов вузов в направлении образовательной робототехники требует, прежде всего, освоения методов и средств интеллектуализации ИОС, в которой согласованно взаимодействуют сигналы заданного управления и собственная реакция системы на внешние воздействия. Интеллектуализация ИОС, при изучении робототехники в школах и 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) движители, 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.

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. В практической деятельности будущий специалист может встретиться с различными типами роботов, разнообразие которых увеличивается с развитием информационных интеллектуальных систем и областей их применения. Надо ли пытаться раздробить подготовку робототехника на освоение конкретных многочисленных систем, которые не обеспечат охвата перспективных решений? На наш взгляд стоит выбрать интегральный подход, который обеспечит твердое освоение творческих навыков в реализации робототехнических систем и привитие взглядов на перспективные решения.

При этом для подготовки специалистов в области интеллектуализации информационных систем 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 [3].

Наличие в робототехнических устройствах комплекса программных, сенсорных, механических компонентов требу-

ет уделения внимания контролю корректности исполнения алгоритмов и программ, предупреждению дефектов в сочленении данных компонентов, оценки факторов негативного воздействия на человека. Это означает, что роботизация ИОС не может развиваться без оценки вопросов информационной безопасности.

В заключении раздела надо сказать, что образовательная робототехника, помимо закрепления теоретических знаний на практике, направлена 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.

§ 1.2. Педагогико-технологическое и методическое обеспечение образовательной робототехники

Обратимся к образовательным стандартам (ФГОС) нового поколения. Они обладают отличительной особенностью – ориентацией на результаты образования, которые рассматриваются на основе системно-деятельностного подхода. Занятия по робототехнике предоставляют возможности для формирования важнейших компетенций, обозначенных в стандартах, на основе такого подхода. Это и навыки проведения экспериментального исследования, и понимание межпредметных связей, развитие творческого, образного, пространственного, логического, критического, алгоритмического мышления, позволяющего в игровой форме понять принципы моделирования, развитие коммуникативной компетенции [10, 12]. В настоящее время во многих образовательных учреждениях России в учебный процесс включены Lego и другие робототехнические образовательные наборы. Именно образователь-

ная Лего-среда, а также среды программирования «Scratch», «LabView» и «Рутениум» помогает реализовать вышеуказанную стратегию обучения [7].

Образовательная среда LEGO содержит LEGO-конструкторы различных модификаций, используемых в образовательной робототехнике. По сути, они являются основным оборудованием, используемым при обучении робототехнике, как в общеобразовательных, так и в учреждениях системы дополнительного образования. Каждый LEGO-конструктор разработан компанией LEGO с учетом возрастных особенностей и потребностей обучаемого. Заметим, что робототехнические конструкторы других производителей также можно использовать в обучении, как вместе, так и вместо LEGO.

Кроме того, проводятся соревнования по робототехнике, учащиеся участвуют в различных конкурсах, в основе которых – использование новых научно-технических идей, обмен технической информацией и инженерными знаниями.

Реализация технологии использования робототехнических комплектов непосредственно в учебном процессе на уроках информатики, технологии, физики, окружающего мира, в рамках внеурочной исследовательской деятельности, так и в робототехнических центрах, кружках и клубах на базе дополнительного образования [4, 5] возлагается на учителя и во многом зависит от его профессиональной подготовки, которая должна интегрировать в себе специальные, технические, педагогические и методические компетенции. Возникает необходимость специальной подготовки будущих учителей, особенно учителей начальной школы. Это обусловлено тем, что дипломированные учителя физики и технологий, и педагоги дополнительного образования технической направленности должны знать основы программирования, механики и конструкторской деятельности. Они получают опорные знания, технические умения и навыки в применении и решении инженерных задач. При подготовке же учителей начальных клас-

сов и в их практике работы со школьниками недостаточно необходимых знаний и умений для реализации мероприятий образовательной робототехники. Кроме того, подготовка будущих учителей образовательной робототехнике избавит их в дальнейшем от прохождения соответствующих курсов повышения квалификации.

В ходе формирования ИКТ-компетентности обучающихся при изучении областей знаний общеобразовательной школы: «Информатика», «Технология», «Естествознание» учащиеся должны научиться:

- создавать движущиеся модели и управлять ими в компьютерно-управляемых средах;

- определять последовательность выполнения действий, составлять инструкции (простые алгоритмы) в несколько действий, строить программы для компьютерного исполнителя с использованием конструкций последовательного выполнения и повторения;

- проектировать несложные объекты и процессы реального мира, своей собственной деятельности;

- моделировать объекты и процессы реального мира [6, с. 19].

В соответствии с этим, а также с результаты проведенных нами исследований [3, 4, 7] позволяют выстроить основное содержание подготовки по образовательной робототехнике для будущих учителей:

- Методологические подходы к формированию конструирования как творческой деятельности;

- Формы, содержание и методы организации обучения младших школьников конструированию;

- Специфика образовательных конструкторов для каждого класса общеобразовательной школы;

- Организация школьного кабинета для занятий робототехникой: оснащение специализированной мебелью и необходимым техническим оборудованием.

- Изучение основ робототехники на примере конструкторов ПервоРобот LEGO WeDo, Mindstorms «ПервоРобот NXT» и др.;

- Особенности программ для программирования конструкторов ПервоРобот из серии Mindstorms в среде программирования NXT-G и WeDo в среде LEGO Education Software и др.;

- Виды робототехнических конструкторов «РОБОТРЕК» и их использование в учебном процессе и дополнительном образовании.

- Методические рекомендации по применению конструкторов ПервоРобот в образовательном процессе: внеурочная деятельность и встраивание робототехники области знаний общеобразовательной школы: «Информатика», «Технология», «Естествознание», «Гуманитарные науки»;

- Особенности разработки программ внеурочной деятельности с использованием технологий образовательной робототехники для младших школьников в соответствии с требованиями ФГОС и составление содержания тематических модулей по включению робототехники в предметы начальной школы;

- Возможности программного обеспечения Lego Digital Designer для создания виртуальных конструкций и технологических карт для сборки моделей из конструктора.

Помимо популярных конструкторов Lego рассмотрим возможность использования в обучении робототехнике на уровне общеобразовательной школы робототехнических конструкторов Руноробот (производитель ООО «Руноробот» (http://runorobot.ru/catalog/robototekhnika_runorobot/):

- 1) Intellegent – для обучающихся 6–11 класса;

- 2) RoboBox – для обучающихся 5– 6 класса.

- 3) Конструкторы МЕCHANIC и Smart – для обучающихся 1–3 класса;

Надо заметить, что программный код управления роботом, входящий в программное обеспечение конструкторов

Intellegent и RoboVox может быть использован в процессе обучения студентов вузов для его модификации и разработки собственных программ управления роботами.

Педагогическая и экономическая целесообразность включения робототехнических конструкторов Руноробот в ИОС школ обусловлена следующим:

1) На сайте производителя представлены методические указания по сборке различных роботов на базе данных конструкторов;

2) Разработан учебно-методический комплекс по робототехнике на три года обучения.

3) Используемая среда программирования Рутениум, в отличие от языка программирования Lego, соответствует школьному курсу информатики, так как она реализует алгоритмы циклов и условия таким образом, что при дальнейшем изучении стандартных языков программирования (C++, Pascal) обучающихся нет необходимости переучивать.

4) Педагогико-технологические возможности, предоставляемые конструкторами Lego и Руноробот практически одинаковы, однако менее распространенные Руноробот заметно дешевле.

Одной из особенностей образовательной робототехники как педагогической технологии является возможность ее реализации через модульное обучение. Как известно, основой инвариантных учебных программ являются модули, представляющие собой четко выстроенные действия учащихся (учебные элементы).

Достоинствами модульной системы являются ее адаптивность, гибкость, и вариативность. Таким образом, содержание учебного занятия, включающие реализацию процессов конструирования, моделирования и программирования устройств с робототехническими признаками, целесообразно разбить на следующие модули: основы конструирования, программирования и решения прикладных задач. Каждый модуль должен

содержать теоретический, практический и учебный материал в виде текстовой информации, видео-, аудио контента и т. п.

Структура учебного процесса на основе модулей, как правило, имеет циклический характер, для него характерно повторное использование тематики модулей через кратковременные промежутки – от 1 недели до пары месяцев или долговременные промежутки – в пределах учебного года. С целью формирования у учащихся целостного представления о разработке и функционировании той или иной модели робота в рамках процесса обучения при конструировании и программировании устройства в контексте одного временного периода целесообразно рассматривать единые образовательные проектные задачи.

В этой связи представляет несомненный интерес рассмотрение образовательных модулей, предлагаемых компанией Копи-Лэнд (<http://copy-land.ru/robototekhnika>) с целью их использования в образовательной робототехнике [5].

1) «Предварительный уровень» – образовательный робототехнический модуль для учащихся от 5 до 8 лет, направлен на изучение основ робототехники, позволяет организовать моделирование, техническое творчество и проектную деятельность обучающихся в группах дошкольного и младшего школьного возраста.

Данный модуль содержит:

- базовые робототехнические наборы для индивидуального и группового применения;
- методические рекомендации:
 - для педагога, содержащие теоретические аспекты по основам робототехники;
 - для обучающихся, содержащие наглядные инструкции, иллюстративные материалы различных физических принципов;
- рекомендации по сборке моделей;
- рекомендации, поясняющие материалы и руководства по сборке 25 различных моделей устройств с робототехническими функциями на основе базового набора.

2) «Базовый уровень» – образовательный робототехнический модуль для обучающихся от 12 до 15 лет, направлен на освоение базовых навыков в области проектирования и моделирования устройств с робототехническими признаками; начальных навыков исследования; решение образовательных задач участников учебного процесса (обучающийся, педагог) с использованием информационно-коммуникационных технологий, в том числе моделирования, конструирования и программирования устройств с робототехническими признаками с использованием персонального компьютера.

Использование данного модуля способствует развитию системы универсальных учебных действий в составе личностных, регулятивных, познавательных и коммуникативных действий во время индивидуальных и групповых занятий по робототехнике и инженерной информатике.

Данный модуль содержит:

- базовые робототехнические наборы, предназначенные для группового и индивидуального применения;
- комплект модулей Bluetooth для беспроводной передачи данных;
- комплект модулей ZigBee для беспроводной передачи;
- модуль USB для преобразования интерфейсов;
- методические рекомендации:
 - для педагога: материалы для подготовки к проведению занятий; теоретические аспекты по основам робототехники; рекомендации по сборке 30 различных подвижных моделей; инструкции и рекомендации по программированию;
 - для обучающихся: руководства по сборке 30 различных моделей на основе базового набора, поясняющие теоретические материалы;
- CD-диск с лицензионным программным обеспечением (на русском языке) для программирования управляющего контроллера базового робототехнического набора;

- CD-диск для педагога, содержащий методические рекомендации, включающие в себя:

- инструкции по управлению подвижными моделями роботов с помощью мультимедийных устройств на базе ОС Android посредством канала связи на базе интерфейса Bluetooth;

- инструкции по программированию базового робототехнического комплекта; примеры базовых программ и комментарии к ним; описание теоретических основ по проектированию роботов и робототехнических систем;

- описание оборудования, входящего в состав базового модуля, по управлению подвижными моделями роботов с помощью беспроводного интерфейса и принципов его применения; описание процесса разработки систем управления с помощью среды разработки LabView (информация, необходимая для создания программы управления в среде LabView);

- описание процесса передачи как управляющих команд роботу, так и различной информации и показаний бортовых датчиков от робота на компьютер пользователя по беспроводному каналу.

На базе данного модуля возможно проведение не менее 30 лабораторных работ по разработке робототехнических систем. Кроме того, он содержит методические рекомендации и описание теоретических основ функционирования различных приводов, датчиков, элементов простейших механизмов и передач.

3) «Исследовательский уровень (14+ лет)» – образовательный робототехнический модуль для учащихся старше 14 лет. Включение данного модуля в образовательную робототехнику способствует развитию системы универсальных учебных действий в составе личностных, регулятивных, познавательных и коммуникативных действий в т. ч. с использованием информационно-коммуникационных технологий. Его применение способствует построению индивидуальной траектории в

профессиональных предпочтениях, формированию представлений о современных уровнях развития науки и практического применения научного знания в решении исследовательских задач в области робототехники. Модуль предназначен для проведения занятий в классах с углубленным изучением робототехники, а также в рамках изучения информатики и самообразования, программно и конструктивно совместим с модулями «Предварительный уровень» и «Базовый уровень».

Данный модуль содержит:

- базовый робототехнический набор для применения в образовательном процессе и исследованиях;
- ресурсный робототехнический набор для применения в специализированных соревнованиях;
- методические рекомендации:
 - для педагога;
 - для обучающегося;
- CD диск, содержащий лицензионное программное обеспечение (на русском) для программирования управляющего контроллера;
- CD диск, содержащий инструкции и рабочие материалы;
- учебные материалы по программированию роботов в базовой среде программирования;
- модуль камеры для нахождения объектов, их распознавания и манипулирования ими.

На базе данного модуля возможны: проведение лабораторных работ по разработке 34 робототехнических систем, проектирование системы управления на базе сетей из устройств управления и приводов, разработка человекоподобного робота и т. д.

Особенностью вышерассмотренных образовательных модулей является наличие в их составе не только робототехнических наборов, но и методических рекомендаций и инструкций для педагогов и учащихся по их использованию, учебных

материалов в области робототехники и программирования. Расширяемость модулей позволяет комбинировать комплектующие базовых робототехнических наборов и подключать дополнительные приводы и сенсорные устройства.

Таким образом, внедрение образовательной робототехники как инновационной продуктивной технологии в учебный процесс может стать одной из его основных дидактических составляющих в педагогической практике работы образовательных учреждений, способствующей активизации обучения, а значит, и повышению качества учебной деятельности обучающихся.

ГЛАВА 2. ФОРМИРОВАНИЕ ОСНОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

§ 2.1. Уровневое обучение основам робототехники в общем и дополнительном образовании

Следующим этапом информатизации становится роботизация всех экономических сфер государства и интеллектуализация информационных систем и бизнес процессов. Любое технологическое обновление имеет как положительные, так и отрицательные стороны. Мы уже являемся свидетелями того, что многие десятилетия существующие профессии исчезают, на их месте возникают новые связанные с информационными технологиями. Поэтому возникает необходимость подготовки всех граждан к использованию интеллектуальных информационных и робототехнических систем в бизнес процессах в различных экономических сферах. Сегодня мы видим, что в России достаточно быстрыми темпами идет информатизация образования. Существуют как положительные, так и отрицательные стороны этого процесса. Есть взгляды, которые придерживаются изменения роли учителя (преподавателя) в учебном процессе. Некоторые ученые считают, что дистанционное образование, значит и дистанционные преподаватели, формы и технологии будут способствовать качеству обучения и уменьшению затрат на образование. Нам кажется, что рано еще придерживаться таких утверждений. Вторая сторона, которая внедряется государством – это тотальный контроль через федеральное тестирование за качеством образования.

Причем, некоторые представители чиновников в сфере образования поддерживают такие подходы и считают, что с помощью тестов можно оценить все – от учебных умений, навыков, знаний до стиля мышления. Излишнее вмешательство государственных органов в сферу образования является одним из факторов, понижающих как роль школы, так и профессию учителя. Отдельным является вопрос: высокие затраты государства на организацию и проведение ЕГЭ способствуют ли качеству образования, качеству набора в вузы?

Исследования в области подготовки будущих учителей претерпевают различные подходы разрешения противоречий между ФГОС ВО, профессиональными стандартами и корпоративными стандартами т. е. функционалом бакалавров ПО в образовательных учреждениях. Настоящее время характеризуется очень быстрой сменой взглядов на систему подготовки будущих учителей информатики (бакалавров, магистров), и предметное содержание этого образования. В большинстве школ России уделяет достаточное внимание созданию так называемых технопарков, в основе которых лежит работа с образовательной робототехникой. Причем, как показывает практика школ Ханты-Мансийского автономного округа, велик интерес учащихся к робототехнике. Обучение основам образовательной робототехники происходит на кружковых занятиях и на уроках информатики. Имеется и частные центры обучения робототехнике. Хотя во ФГОС ВО по указанному направлению и профилю нет компетенций, связанных образовательной робототехникой, мы видим необходимость подготовки учителей информатики в этой области.

Анализ обучения робототехнике в Российских школах показывает, что многие регионы заинтересованы в обучении школьников основам робототехники.

Можно выделить несколько степеней освоения технологии образовательной робототехники, при которых обучающийся обладает возможностью самоопределения: *базовый*

уровень, который включает деятельность в рамках проведения учебного занятия; *расширенный и углублённый уровни*, организованные посредством организации объединений по интересам, проектной и учебно-исследовательской деятельности. Причем, происходит это на различных ступенях образования:

- Начальная школа – конструирование роботов на занятиях кружков по робототехнике;

- 8–9 классы – конструирование и программирование роботов;

- 10–11 классы – изучение основ мехатроники и программирования микроконтроллеров на языках высокого уровня.

Причем, в различных регионах используются робототехнические комплексы для образования различных фирм.

Самыми распространенными роботами являются ПервоРобот NXT и Lego Mindstorms EV3. К ним можно приобрести различные наборы:

- Базовый набор ПервоРобот LEGO WeDo. Дает возможность ученикам собрать и запрограммировать простые модели LEGO через приложения в компьютере.

- Набор "Технология и физика" Lego. Набор предназначен для изучения некоторых разделов курса физики, математики, а также для изучения основ специальных технических дисциплин.

- Экоград для ПервоРобота NXT. В комплект входят три тренировочных коврика, рабочее поле и блоки для постройки моделей экологического города

- Возобновляемые источники энергии. Увлекательный набор дополнительных элементов позволяет школьникам узнать больше о возобновляемых источниках энергии.

- Набор роботов-конструкторов FUN&BOT 1 story (4 в одном). Из данной модели конструктора HUNA собираются простые модели животных и обыгрываются в интересных историях. Животные двигаются в разных направлениях. Набор выполнен из яркого, крепкого и безопасного АВС-пластика.

В комплекте идут методические пособия, которые помимо подробных инструкций по сборке моделей, также содержат несколько увлекательных сказок, персонажей которых предлагается собрать детям и поиграть. 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 (лыжник, поезд, пожарная машина и утка), 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: автомобиль F1, рыцарь Дон Кихот, жук с шестью ногами, танк.

- 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.

- Набор программируемых роботов Huna. Наборы подходят для учеников средней и старшей школы. Состоят из алюминиевых блоков. Подходят для соревнований.

Практически все наборы Lego обеспечены методическими материалами и электронными учебными ресурсами. Приведем некоторые из них:

- Введение в робототехнику. Пошаговое пособие с презентационными материалами и видео клипов по робототехнике на базе Mindstorms NXT 2.0;

- "Робототехнические проекты" Lego Mindstorms NXT. Этот диск содержит три тематических проекта продолжительностью около 24 часов;

- Teaching ROBOTC ПО для Lego Mindstorms NXT Диск содержит более 40 уроков по программирования роботов на платформе NXT и RCX;

- Инженерные проекты" Mindstorms EV3" содержит 30-часовой пакет учебных материалов для Mindstorms EV3 образовательной версии;

- Технология и физика" CD1.Материалы для учителя (диск 1) содержит базовые задания для учеников для конструктора Технология и физика из серии Lego Education;

- Технология и физика" CD2. Материалы для учителя (диск 2) содержит задания повышенной сложности для конструктора «Технология и физика» из серии Lego Education;

- Teaching ROBOTC ПО для Lego Mindstorms NXT. Диск содержит более 40 уроков по программирования роботов на платформе NXT и RCX на языке С.

В начальной школе изучается робототехника на основе LEGO WeDo, в средней школе робототехника на основе LEGO NXT, в старшей школе и учреждениях НПО Tetrix и NXT, Matrix и NXT, Tetrix и EV3, Matrix и EV3.

Конечно, возникает необходимость подготовки учителей для обучения основам робототехники. В начальных классах желательно учащихся привлечь в кружки по робототехнике. В средней и старшей школе это дело необходимо внедрить в конкретные учебные дисциплины: технологию, информатику, физику и др.

Теперь посмотрим, какие цели и задачи решаются внедрением в обучение основам робототехники на каждой ступени общеобразовательной школы.

Начальная школа (кружок робототехники)

- Цель: создание условий развития научно-технического и творческого потенциала личности ребёнка путём организации его деятельности в процессе интеграции начального инженерно-технического конструирования и основ робототехники.

Задачи:

- оказать содействие в конструировании роботов на базе микропроцессора NXT;
- освоить среду программирования ПервоРобот NXT;
- оказать содействие в составлении программы управления Лего-роботами;
- развивать творческие способности и логическое мышление обучающихся;
- развивать образное, техническое мышление и умение выразить свой замысел;
- развивать умения работать по предложенным инструкциям по сборке моделей;
- развивать применение знаний из различных областей знаний;
- развивать умения излагать мысли в четкой логической последовательности, отстаивать свою точку зрения, анализировать ситуацию и самостоятельно находить ответы на вопросы путем логических рассуждений;
- получать навыки проведения физического эксперимента.

Средняя школа

Цель: развитие учебно-познавательных и поисково-исследовательских навыков, развитие интеллекта.

Основные задачи:

- Знание особенностей программирования роботов на базе различных микропроцессоров);
- Усвоение роли программирования в образовательных интеллектуальных роботах, получить умения составления алгоритмов;
- сформировать умения строить модели по схемам;
- проектирование технического, программного решения идеи, и ее реализации в виде функционирующей модели;
- развитие умения ориентироваться в пространстве;
- Умение использовать системы регистрации сигналов датчиков, понимание принципов обратной связи;

- Проектирование роботов и программирование их действий;

- Расширение области знаний о профессиях.

Старшая школа:

Цели:

- Изучение учащимися 9-11 классов основ мехатроники и программирования микроконтроллеров на языках высокого уровня и повышение уровня их профессиональной ориентации в области современных технологий.

- Мотивирование учащихся к получению инженерных специальностей.

Задачи:

- Формирование умений и навыков сборки и управления роботами на базе Mindstorms NXT, EV3 и других платформ (Arduino, Raspberri PI и др.).

- Выявление наиболее мотивированных и талантливых учащихся в области робототехники и их профессиональная ориентация на инженерные профессии.

§ 2.2. Примерная рабочая программа дисциплины «Основы образовательной робототехники»

Как говорилось выше, образовательная робототехника широко внедряется в систему школьного и вузовского образования. Вузам, готовящим педагогов для школ необходимо внести изменения в систему подготовки будущих учителей физики, технологии, информатики. Мы поделимся своим видением подготовки учителя информатики (бакалавр по направлению «Педагогическое образование», профиль «Информатика»). Для них в блок обязательных курсов по выбору мы добавили дисциплину «Основы образовательной робототехники», примерную рабочую программу которой приведем ниже.

1. Целью освоения дисциплины «Основы образовательной робототехники» является формирование у студентов тео-

реческих знаний в области образовательной робототехники и практических навыков по сборке и управлению роботами, организации и проведению учебных курсов по робототехнике в общеобразовательной школе.

2. Задачи курса:

- изучение основных образовательных роботов на различных платформах;
- ознакомление с основными датчиками, применяемых в образовательной робототехнике;
- классификация образовательной робототехники;
- применение мехатроники при программировании действий роботов;
- программное обеспечение образовательной робототехники.

В результате освоения дисциплины студент должен обладать следующими специальными компетенциями (СК):

СК-1 – готовность реализовывать образовательные программы по робототехнике на разных уровнях общего образования в соответствии с требованиями образовательных стандартов.

СК-2 – готовность использовать систематизированные теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области образовательной робототехники

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
Знать:

- основные платформы реализации образовательных роботов;
- программное обеспечение для робототехники на различных платформах;
- наборы к различным платформам и микроконтроллерам для реализации роботов;
- классификацию датчиков, применяемых в образовательной робототехнике, их характеристики и особенности передачи сигналов (протоколы);

- значение мехатроники в задачах управления роботами;

Уметь:

- конструировать и программировать роботы на различных платформах;

- программировать различные действия и реакцию роботов на различные события, правильно выбирать необходимые датчики для реализации различных роботов (шагающие, летающие, биороботы, роботы для экологических измерений, интеллектуальные роботы, комплексные роботы и т. п.);

- использовать различные датчики для программирования поведенческой сущности роботов

Владеть:

- навыками сборки робота по различным схемам и наборам, грамотной выборки входов и выходов на микроконтроллерах для подключения различных комплектующих (видеокамеры, датчики, двигатели постоянного тока и т. д.)

- программирования на языке высокого уровня поведения и действий собранных роботов.

3. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

3.1. Объем дисциплины и виды учебной работы:

Вид учебной деятельности	Всего часов	Семестр
		4
Аудиторные занятия (всего)	60	60
В том числе:		
Лекции	20	20
Практические занятия (ПЗ)	–	–
Лабораторные работы (ЛР)	40	40
Самостоятельная работа (всего)	68	68
Вид аттестации (зачет, экзамен)	экзамен	экзамен
Общая трудоемкость (часы)	108	108
Зачетные единицы	3	3

3.2. Разделы дисциплины и виды учебной работы

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы и трудоемкость				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) и промежуточной аттестации (по семестрам)
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1.	Конструктор Mindstorms NXT, EV3, платформы Arduino. Raspberri PI.	2	4	2	10	СРС. Особенности сборки роботов на основе платформы Arduino
2.	Электронные компонентами и их использование в конструировании. Датчики.	4	4	4	10	СРС Классификация датчиков для образовательных роботов и их характеристики
3.	Программное обеспечение различных конструкторов роботов (платформ).	4	8	6	10	Программное обеспечение Arduino
4.	Конструкторы компании ЛЕГО и конструирование роботов	4	14	–	16	СРС Конструирование роботов на платформе Arduino или Raspberri PI
5.	Основы мехатроники и программирование роботов	4	8		14	СРС Мехатроника и образовательная робототехника
6.	Формы и этапы обучения образовательной робототехнике	2	2	–	8	Учебно-методические материалы (рабочая программа, разработки учебных занятий)

3.3. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Конструктор Mindstorms NXT, EV3, платформы Arduino, Raspberri PI.

Введение в робототехнику. Конструкторы компании ЛЕГО. Конструктор Mindstorms NXT, EV3. Платформы Arduino, Raspberri PI. Архитектура микроконтроллеров указанных конструкторов и платформ.

Раздел 2. Электронные компонентами и датчики, их использование в конструировании роботов.

Модуль NXT с батарейным блоком; датчики: датчик расстояния, касания, микрофон, освещенности; соединительные кабели разной длины для подключения, датчиков и сервоприводов к NXT и USB-кабели для подключения NXT к компьютеру. Базовый набор 9797. Набор средний ресурсный 9695 Mindstorms NXT. Барометрический датчик Lego NXT (NBR1036). Датчик компас к микрокомпьютеру NXT. Датчик температуры к NXT. Датчик цвета для микрокомпьютера NXT. Инфракрасный приемник к микрокомпьютеру для управления роботом на расстоянии. Датчик ускорения/наклона. Электрооптический датчик расстояния. Датчик распределения вращения к микрокомпьютеру NXT. Датчик касания. Мультиплексор к микрокомпьютеру NXT NTX1060. Датчик Мультиплексор к микрокомпьютеру NXT NSX2020. Датчики для микроконтроллера Arduino, Raspberri PI.

Раздел 3. Программное обеспечение различных конструкторов роботов(платформ).

Операционные системы для микроконтроллеров. Языки разработки и программ для управления роботом. Драйверы устройств. Особенности организации взаимодействия робота с мобильными устройствами.

Раздел 4. Конструкторы компании ЛЕГО и конструирование роботов

Конструирование роботов на базе робототехнических конструкторов Lego Mindstorms NXT. Программирование ро-

бота. Конструирование и программирование трехколесного робота. Сборка гусеничного робота и его программирование. Конструирование гусеничного бота и его тестирование. Сборка робота-сумоиста. Сбор и исследование роботов. Гоночная машина (автобот) – автомобиль с возможностью удалённого управления и его программирование для движения по цветным линиям на полу. Бот с ультразвуковым датчиком – 4-х колёсный робот с интеллектуальной программой, принимающей решение куда ехать при наличии препятствия. Бот с датчиком касания – 4-х колёсный робот с программой, использующей датчик касания в качестве инструмента для определения препятствий. Бот с датчиком для следования по линии – робот, программа которого настроена на его движение по чёрной линии. Бот стрелок – простейший робот, стреляющий в разные стороны шариками. Сборка робота высокой сложности.

Раздел 5. Основы мехатроники и программирование роботов.

Предпосылки развития и области применения мехатронных и робототехнических систем. Компоненты мехатронных и робототехнических систем. Преимущества и перспективы развития таких устройств и систем. Структура и принципы интеграции мехатронных и робототехнических систем. Мотор-редуктор. Развитие мехатронных модулей движения. Мехатронные модули вращательного движения на базе высокомоментных двигателей. Мехатронные модули линейного движения и типа «двигатель-рабочий орган». Интеллектуальные мехатронные модули движения. Контроллеры движения. Структура системы управления функциональным движением. Интеллектуальные силовые модули. Интеллектуальные сенсоры мехатронных модулей и систем. Состав, параметры и классификация роботов. Манипуляционные системы. Рабочие органы манипуляторов. Системы передвижения мобильных роботов. Сенсорные системы. Устройства управления роботов. Классификация приводов (пневматические, гидравличес-

кие, электрические, комбинированные) Рекуперация энергии в приводах. Искусственные мышцы. Классификация систем управления. Проблематика и современные методы управления мехатронными модулями и системами.

Раздел 6. Формы и этапы обучения образовательной робототехнике [14]

Кружковая работа по робототехнике. Программы и учебно-методические материалы для кружковой работы по робототехнике. Образовательная робототехника на уроках технологии, информатики. Образовательная робототехника в старшей школе и в начальном профессиональном образовании. Региональные, федеральные, международные конкурсы по робототехнике.

§ 2.3. Методические подходы к обучению робототехнике бакалавров по направлению подготовки «Информатика и вычислительная техника»

Постиндустриальное общество требует интеллектуализацию информационных систем всех сфер деятельности современного общества. Роботы являются одним из направлений искусственного интеллекта. Возникновение мира ЭВМ и микроконтроллеров ускоряет развитие новых робототехнических систем.

Если рассмотреть требования к бакалавру ИВТ, то в ФГОС 3-го поколения нет компетенций, связанных с робототехникой. Практика выпуска бакалавров ИВТ в течение 15 лет, требования работодателей или их пожелания связаны с автоматизацией производственных процессов вплоть до использования робототехнических систем. И это ориентировало нас к внесению определенных изменений в учебные планы. Все началось с изучения программирования для мобильных устройств. Курс «Программирование для мобильных устройств» охватывает программирование для платформ на Linux, Android, Windows

mobile. Причем, для программирования используются среды Eclipse, Android Studio, Visual studio.Net, Rad Studio XE.10.0. Основными языками являются Java, C#, C. Также для решения вспомогательных задач используется Python. В этом же курсе мы отводим время для изучения архитектуры микроконтроллеров и микрокомпьютеров.

В нашем регионе проблемам автоматизации и экологии уделяется большое внимание. Так реализации проекта «Интеллектуальное месторождение» требует больших усилий и знаний в области экологии, электроники и микроконтроллеров, измерительной техники и датчиков и т.п. Велик интерес медицинских учреждений к формированию проекта «Паспорт здоровья», в котором за некоторыми пациентами необходимо наблюдать непрерывно с помощью так называемой телемедицины. Регион также славится использованием спутниковых технологий в транспорте, в оценке пожарной опасности. Частные производства также интересуются проблемами автоматизации производственных процессов.

Для того чтобы выпустить бакалавра ИВТ, компетентного в области современной робототехники стало необходимым внедрение нового курса «**Современная робототехника**».

Цель – формирование знаний и умений в области проектирования роботов для автоматизации производственных процессов. Этот курс должен способствовать становлению следующих специальных профессиональных компетенций (СПК):

Проектно-технологическая деятельность:

Способность разрабатывать робототехнические компоненты аппаратно-программных комплексов, используя необходимые микроконтроллеры, микросхемы, датчики, серводвигатели, механизмы и платы (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).

Примерное содержание дисциплины.

1. Введение. Способы применения роботов. Роботы, как самостоятельные объекты выполняющие конкретные интеллектуальные или механические (не интеллектуальные операции), производственные процессы;

Роботы, как часть какой-либо информационной системы;

Роботы, как интеллектуальный компонент сложных систем (например, робот-водитель, робот автопилот, и т. д.).

2. Современная робототехника и их структурные особенности.

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

Классы роботов: манипуляционные и мобильные.

Виды мобильных роботов: колесные роботы, гусеничные роботы, шагающие роботы, летающие роботы, ползающие роботы, перемещающихся по вертикальным поверхностям роботах, подводные роботы

3. Управление робототехническими комплексами.

Биотехнические: командные (кнопочное и рычажное управление отдельными звеньями робота); копирующие (повтор движения человека, возможна реализация обратной связи, передающей прилагаемое усилие, 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 (робот участвует в диалоге с человеком по выбору стратегии поведения, при этом как правило робот оснащается экспертной системой, способной прогнозировать результаты манипуляций и дающей советы по выбору цели).

4. Микроконтроллеры, датчики, серводвигатели, приборы, применяемые в образовательной робототехнике.

Линейки микроконтроллеров Arduino, одноплатный компьютер RaspberryPi2, 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.

5. 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 (изменения робота) для реальных производственных задач.

Этот курс связан с дисциплиной «Электроника и электротехника». В этом курсе мы изучаем «Основы измерительных приборов и датчиков для робототехнических систем». Нами готовится учебно-методические материалы для добавления этого курса в учебный план в виде отдельной дисциплины по выбору. Опыт показывает, что и в раздел физики, необходи-

мо добавить вопросы, связанные с изучением особенностей сборки электрических схем постоянного тока для таких сложных робототехнических систем.

§ 2.4. О реализации региональных студенческих проектов в области робототехники

Совершенствование IT индустрии в России является одним из основных направлений развития инновационной экономики. В [15] мы анализировали стандарты ФГОС ВО, рабочие функции, рекомендованные профессиональным сообществом РФ, функционал должностей на IT предприятиях РФ и пришли к выводу, что остается без внимания экспертов изучение робототехники, использование робототехники для автоматизации производственных процессов в учебном процессе подготовки бакалавров по направлениям «Информатика и вычислительная техника» и «Информационные системы и технологии».

Сегодня, когда речь идет о программировании, мы понимаем, что оно включает в себя и программирование мобильных устройств, микрокомпьютеров и микроконтроллеров, которые выступают в роли «мозгов» роботов, программного управления станков.

Робототехника и программируемые технические устройства должны по идее способствовать и развитию новой инновационной промышленности в нашей стране.

Поэтому, формирование основ сборки простейших роботов и изучение их использования для автоматизации различных производственных процессов, нам кажется обязательным для современного IT-специалиста.

В качестве курса по выбору мы рекомендуем дисциплину «Основы современной робототехники» для бакалавров по направлениям 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» и 09.03.02 «Информационные системы и технологии», а

для будущих учителей информатики – дисциплину «Образовательная робототехника».

Появление этих курсов связано с тем, что пришлось вместе со студентами участвовать в реализации таких региональных проектов как «Умный дом», «Интеллектуальное месторождение», робот «Сторож», «Шагающие роботы», «Летательные аппараты». Именно возможность приобретения на рынке микромпьютеров, микроконтроллеров, различных датчиков и деталей для роботов позволили недорогой реализацию перечисленных выше проектов.

В § 2.2 мы представили разработанную нами примерную рабочую программу дисциплины «Основы образовательной робототехники». Для ее обоснования рассмотрим некоторые детали реализованных проектов.

1. Проект «Бюджетный умный дом».

Данный проект практически разработан и апробирован в действии. Многие микросхемы и детали разрабатываются самостоятельно. Проект состоит из аппаратной и программной части. Аппаратная часть представлена модулями, выполняющие функции готовых блоков для создания системы «Умный дом». Программная часть предназначена для настройки модулей и поведения системы, контроля требуемых параметров и подачи управляющих воздействий. При этом все действия можно производить удаленно через сеть интернет. Общая структура системы представлена на рисунке 1.

Микрокомпьютер Raspberry Pi выступает в качестве веб-сервера, сервера баз данных и сервера однопроводной сети. При необходимости можно включить в систему несколько микрокомпьютеров и возложить на каждый отдельные функции. К портам микрокомпьютера через интерфейс I2C подключаются мастера сетей 1-Wire. Шина I2C поддерживает «горячее подключение» порядка ста устройств на одну шину. Далее к мастерам сети по однопроводной шине подключаются оконечные устройства: датчики и исполнительные устройства.

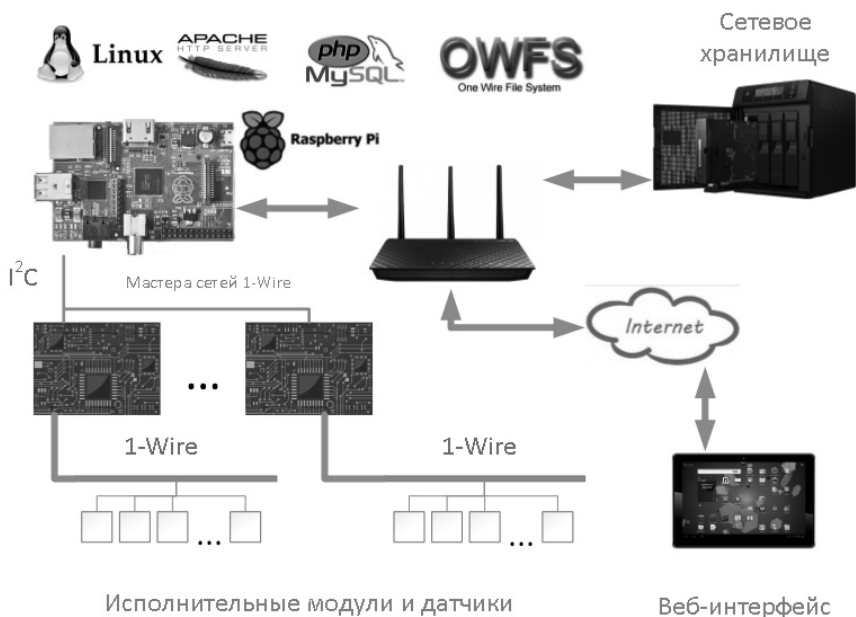


Рис. 1. Структурная схема проекта «Бюджетный умный дом»

Операционная система для Raspberry Pi и данные хранятся на внешней подключаемой карте памяти. Для более безопасного и эффективного хранения данных в дальнейшем предполагается включить в систему сетевое хранилище, которое будет находиться в локальной сети дома. На нем будут храниться и обрабатываться файлы баз данных, резервные копии, образы операционных систем для микрокомпьютера и другая важная и необходимая для функционирования системы информация.

Управляющая программа является веб-приложением и написана на языке PHP. Скрипты приложения выполняются на веб-сервере и с них происходит обращение к серверу баз данных и к конечным устройствам через сервер сети 1-Wire.

Очень интересным оказался проект реализации робота «Сторож». В ходе реализации проекта возникла необходимость в изучении различных микрокомпьютеров, используемых в охранной сфере. Приведем характеристики некоторых из них.

Микрокомпьютер APC 8750 (рис. 2).

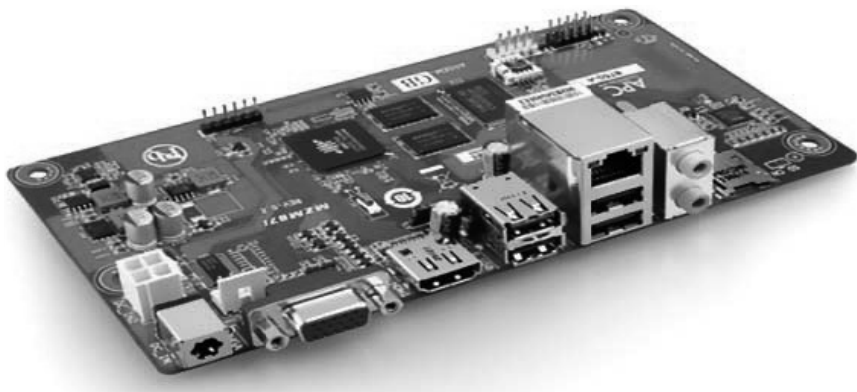


Рис. 2. Материнская плата APC 8750

- Процессор VIA WonderMedia, частота 800МГц с дополнительным блоком обработки 2D/3D графики до 720 p.
- Оперативная память на 512 Гб.
- Сетевой контроллер 10/100 Ethernet.
- 4 порта USB 2.0.
- Слот для MicroSD.
- Интерфейсы HDML и D-sub.
- Процессор ARM1176JZF-S с частотой 700 МГц с видео ускорителем VideoCore IV, поддерживающим Full HD-разрешение.
 - Оперативная память 512 Мб.
 - 2 слота UBS 2.0.
 - Сетевой контроллер 10/100 Ethernet.
 - Слот для SD.
 - Интерфейсы: UART, I2C, SPI, ARM JTAG, DSI interface, MIPI CSI-2, GPIO.
 - IntelQuark X1000 с частотой 400 МГц.
 - Оперативная память 256 Мб.
 - Слот USB 2.0 клиент, слот USB 2.0 сервер.
 - Сетевой контроллер 10/100 Ethernet.

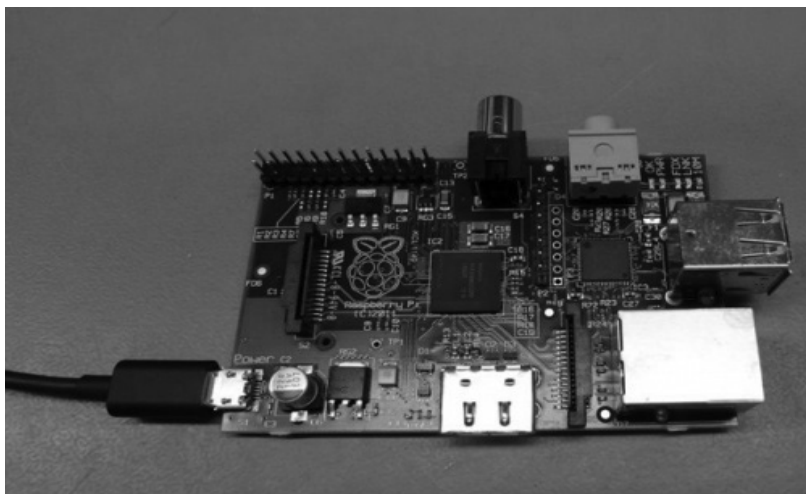


Рис. 3. Микрокомпьютер Raspberry Pi model B 512 Мб

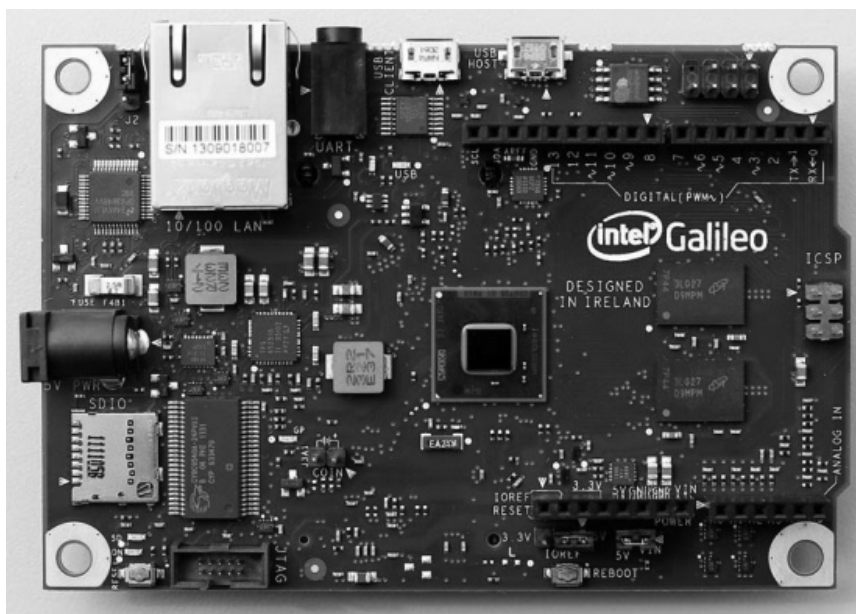


Рис. 4. Intel Galileo

- Слот для MicroSD.
- Интерфейсы: RS-232, UART, JTAG, NOR-флеш, mini-PCI Express.

Микрокомпьютер A13-OLINUXINO (рис. 5).

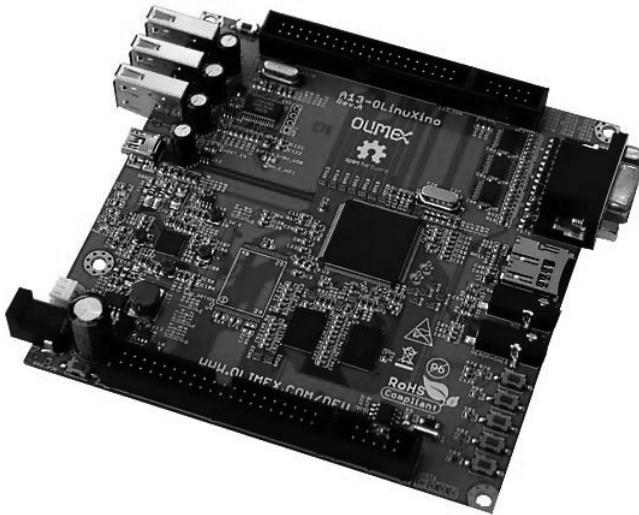


Рис. 5. A13-OLINUXINO

- Процессор Allwinner A13 ARM с частотой 1 ГГц, графической системе Mali 400.
- Оперативная память 512 Мб.
- 4 слота USB 2.0.
- Сетевой контроллер 10/100 Ethernet.
- Слот для SD.
- Интерфейсы: UEXT, NAND flash, LCD, HDMI, UART, I2C.

Микрокомпьютер Cubieboard 2 A20 (рис. 6).

- Двухядерный процессор Dual core ARM cortex-A7 processor с частотой 1,6 МГц с поддержкой NEON, VFPv4.
- Оперативная память 512 Мб.
- 2 слота USB 2.0.

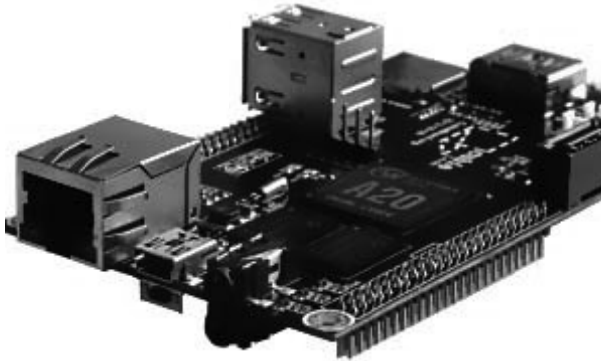


Рис. 6. Материнская плата Cubieboard 2 A20

- Сетевой контроллер 10/100 Ethernet.
 - Слот для MicroSD.
 - Интерфейсы: 2C, SPI, RGB/LVDS, CSI/TS, FM-IN, ADC, CVBS, VGA, SPDIF-OUT, R-TP.
- Микрокомпьютер Cubieboard 2 (рис. 7).

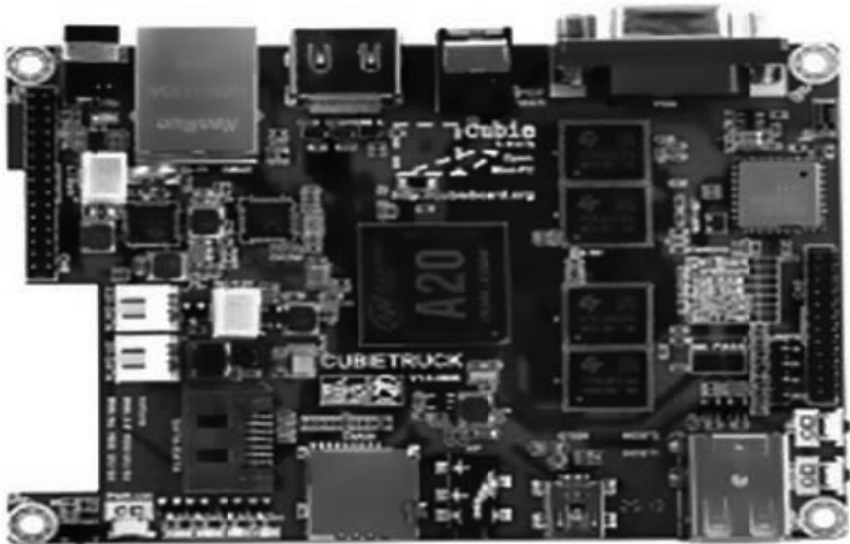


Рис. 7. Материнская плата Cubieboard 2

- Двухядерный процессор Dual core ARM cortex-A7 с частотой 1,6 МГц с поддержкой NEON, VFPv4.
- Оперативная память 512 Мб.
- 2 слота UBS 2.0.
- Сетевой контроллер 10/100 Ethernet.
- Слот для MicroSD.
- Интерфейсы: I2S, I2C, SPI, CVBS, LRADC x2, UART, PS2, PWMx2, TS/CSI, IRDA, LINEIN&FMIN&MICIN, TVINx4 with 2.0 pitch connectors.

Для создания робота «Сторож» мы использовали одноплатный микрокомпьютер Raspberry Pi.

Преимуществами выбора в сторону Raspberry Pi mod B стали:

1. Доступная стоимость.
2. Возможность подключить его к сети интернет.
3. Наличие интерфейса GPIO.
4. Широкое использование для разных задач.

Микрокомпьютер Raspberry Pi в роботе «сторож» выполняет функции приёмно-контрольного прибора.

Из датчиков движения нами был выбран охранный объёмный опτικο-электронный «Фотон-14 (ИО 409-18)» (рис. 8).



Рис. 8. Датчик движения «Фотон-14 (ИО 409-18)»

Преимущества выбора этого датчика движения следующие:

1. Доступность. Такой извещатель можно купить в любом магазине охранных и пожарных сигнализаций.

2. Его малая стоимость.

3. Простота эксплуатации и использования.

4. Зона обнаружения 8 м × 10 м.

5. Напряжение питания 9–16 В, ток 16 мА.

6. Длительность тревожного извещения не менее 2 с.

7. Зоны обнаружения: 16 дальних зон, 3 средних, 4 ближние.

8. Чувствительность выбирается переключателем «ЧУВСТ.».

9. Диапазон рабочих температур от -10 до +50°C.

10. Относительная влажность 95% при 25°C без конденсации влаги.

11. Размеры 67х104х38 мм.

Для оповещения о возгорании был выбран датчик дыма «ИП 212-45» (рис. 9).



Рис. 9. Датчик дыма «ИП 212-45»

Этот извещатель также характеризуется простотой в эксплуатации. Чувствительность извещателя составляет от 0,05 до 0,2 дБ/м,

инерциальность срабатывания извещателя не более 9 с, напряжение питания от 9 до 30 В с возможной переплюсовкой питающего напряжения длительностью в 100 мс и периодичностью не более 0,7 с. Потребляемый ток при напряжении 20 В не более 45 мкА.

Самой большой проблемой, вызывающей множество сомнений, и догадок, является подключение датчиков производственного типа. Также настораживает то, что для работы самих извещателей требуется минимальное напряжение 12 В.

С другой стороны особенности микрокомпьютера Raspberry Pi. Для питания микрокомпьютера можно использовать напряжение не больше 5 В, следовательно, от него питать датчики невозможно. На его порты можно подавать напряжение не более чем 3,3 В, в противном случае можно испортить плату и сделать её дальнейшее использование невозможным.

Для подключения датчиков к Raspberry Pi мы использовали порт GPIO.

GPIO – это универсальный программно-управляемый порт ввода/вывода, состоящий из нескольких разъемов.

В Raspberry Pi у порта GPIO нет определенно заданных задач, поэтому он имеет универсальный характер.

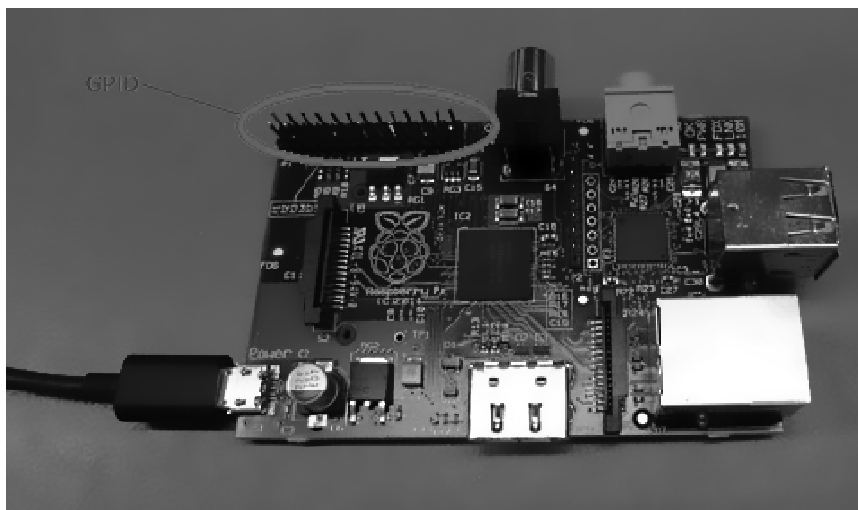
GPIO порт у Raspberry Pi model B состоит из:

- 2 вывода с постоянным напряжением 5 В
- 2 вывода с постоянным напряжением 3,3 В.
- 5 общих выводов заземления.
- 17 цифровых программно-управляемых разъемов.

На рисунке 10 представлена распиновка GPIO порта и обозначение разъемов и выводов.

- 3V3 Power – порт с выходным сигналом в 3,3 В.
- 5V5 Power – порт с выходным сигналом 5 В.
- Ground – общий порт вывода заземления.
- GPIO – универсальный порт входа/выхода 3,3 В.

Каждый порт GPIO, является универсально программируемым и может использоваться как вход, так и как выход. Также у некоторых GPIO портов есть альтернативные функции:



	left bottom P1-01	top P1-02	
3V3 Power	19	1	5V Power
GPIO 0 (SDA)	2	3	5V Power
GPIO 1 (SCL)	4	5	Ground
GPIO 4 (GCLK0)	6	7	GPIO 14 (TXD)
Ground	8	9	GPIO 15 (RXD)
GPIO 17	10	11	GPIO 18 (PCM_CLK)
GPIO 21 (PCM_DOUT)	12	13	Ground
GPIO 22	14	15	GPIO 23
3V3 Power	16	17	GPIO 24
GPIO 10 (MOSI)	18	19	Ground
GPIO 9 (MISO)	20	21	GPIO 25
GPIO 11 (SCLK)	22	23	GPIO 8 (CE0)
Ground	24	25	GPIO 7 (CE1)
	P1-25 bottom	P1-26 top	right

Рис. 10. Распиновка GPIO порта

- SDA, SCL – выходы интерфейса I2C.
- TXD, RXD – выходы UART.
- MOSI, MISO, SCLK, CE0, CE1 – выходы интерфейса SPI.
- GPCLK0 – (General Purpose Clock) вывод для формирования варьируемой тактовой частоты для внешних устройств.
- PCM_CLK, PCM_DOUT – выходы аудио-интерфейса I2S.

Для питания датчика используется блок питания на 12 В, а сам датчик подключил к 7 и 8 разъему.

Для передачи кадров с камеры по сети в Web браузер мы установили и настроили бесплатную программу «Motion».

Motion – программа видеонаблюдения для Linux. Работает с веб-камерами через video4linux и с сетевыми IP-камерами. Отслеживает сигнал, полученный с одной или нескольких видеокамер, и, при обнаружении изменений на картинке осуществляет запись фотографий в форматах JPEG или видеопотока в формате MPEG с возможностью трансляции в сеть. Возможен захват кадров через определенные интервалы времени. Информация о событии может быть отправлена на указанный адрес электронной почты, при возникновении события (обнаружении движения) может быть также выполнена пользовательские команды или скрипт.

Приведем схему сборки робота «Сторож» (рис.11).

На изображении отмечены:

1. Приемно-контрольный прибор (Raspberry Pi).
2. Веб-камера USB.
3. Датчик движения.
4. Пульт централизованного наблюдения (телефон).

К raspberry pi подключена веб-камера через порт usb. Изображение транслируется с нее всегда. Видео транслируется по сети через программу «motion», на телефоне через веб-браузер можно получить картинку. Так же к raspberry pi подключен извещатель охранный «Фотон 14». Датчик подключен следующим образом (рис. 12):

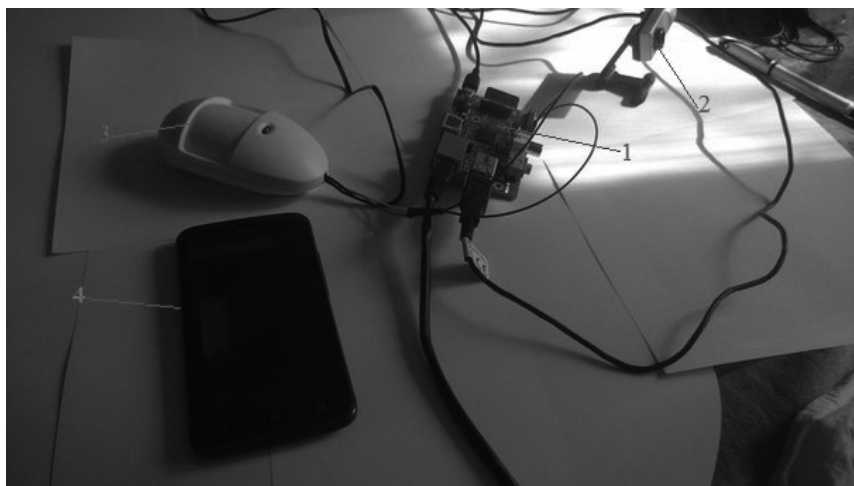


Рис.11. Схема сборки робота «Сторож»

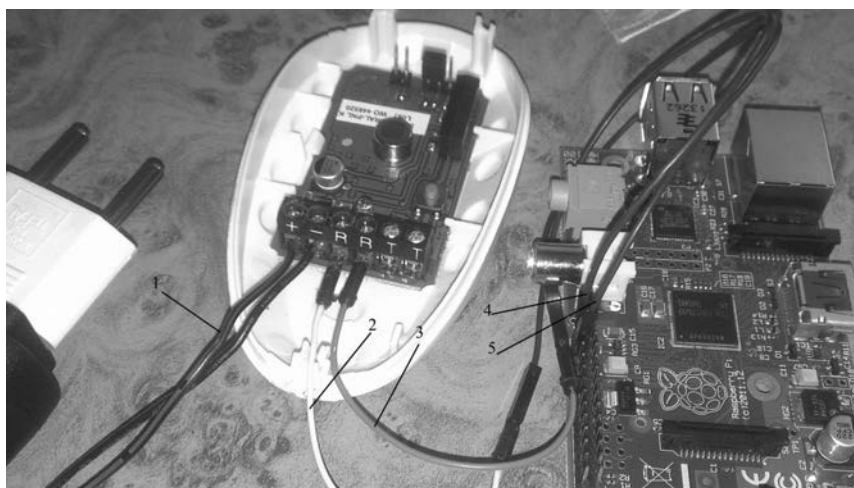


Рис. 12. Схема подключения датчика движения «Фотон-14» к микрокомпьютеру Raspberry Pi

На изображении отмечены:

1. Питание.
2. Выход шлейфа

3. Вход шлейфа

4. 7 порт GPIO

5. 8 порт GPIO

Для полноценной работы охранного извещателя «Фото-14» требуется электрический ток в 9-30 В с силой тока 1мА. Эту функцию обеспечивает подключенный блок питания на 12 В с силой тока 1А. Этого более чем достаточно для питания датчика. Из 7 порта GPIO подается электрический ток, соответствующий логической единице 3,3 В, и принимает этот ток 8 порт GPIO. Принцип работы следующий – когда извещатель фиксирует передвижение инфракрасного фона в зоне его видения ток подаваемый с блока питания проходит через выходное реле, проходя через катушку ток создает магнитную индукцию, которая насыщает якорь, из-за этого цепь шлейфа размыкается и замыкается и на 8 порту GPIO при помощи программы фиксируется изменение сигнала, он начинает варьироваться то 0 то 1. Разработанный нами робот имеет и автономную систему питания на солнечных батареях, апробирован на практике в охране дачных участков и имеет хорошую коммерческую перспективу.

2. Студенческий проект разработки робота-разносчика объектов

Создание даже простого робота требует очень серьезных временных и материальных затрат. Поэтому, мы предлагаем разработку робота группам студентов. Рассмотрим одну из работ студентов. Необходимо разработать робот-разносчик объектов в пределах комнаты. Для перемещения по комнате подходит колесная платформа. Плоскость, по которой будет перемещаться наш робот, ровная и ему не составит труда перемещаться на колесах. Используем модель СКМ MCU FZ1499 (рис. 13), как самую бюджетную, практичную и доступную.

В нашем случае создается супервизорный робот. Рассмотрим ресурсное обеспечение для управления роботом. Для двигателей и сервоприводов требуется плата для управления.

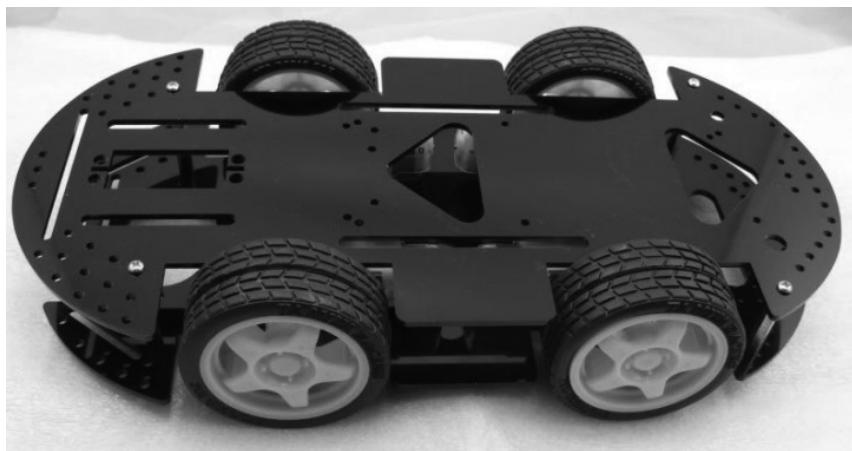


Рис. 13. Колесная платформа

Одним из наиболее известных и простых в использовании является линейка микроконтроллеров Arduino. Выберем модель Due (рис. 14), 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 [7].

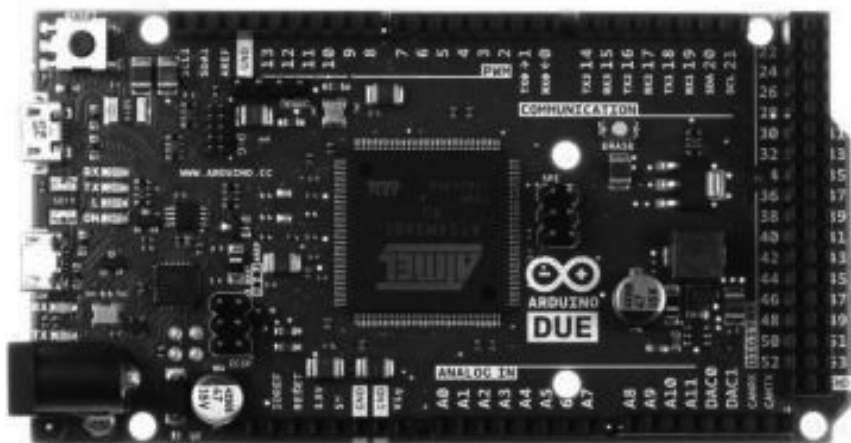


Рис. 14. Arduino Due

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 Raspberry Pi2 (рис. 15), так как имеет наибольшую производительность и 4 USB-порта (таблица 2).

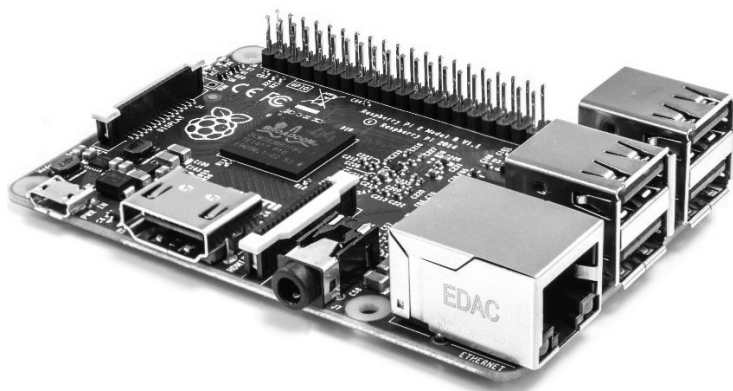


Рис. 15. Материнская плата RaspberryPi 2

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 × 4
Сеть	10/100Mb RJ45 Ethernet
Bluetooth	–
Слот для карты памяти	Micro SD
GPIO	40

Аппаратные компоненты.

Для управления двигателями необходим драйвер двигателей. Можно выбрать L298N (рис. 16), так как он имеет неплохие характеристики, пассивное охлаждение и относительно небольшую цену.

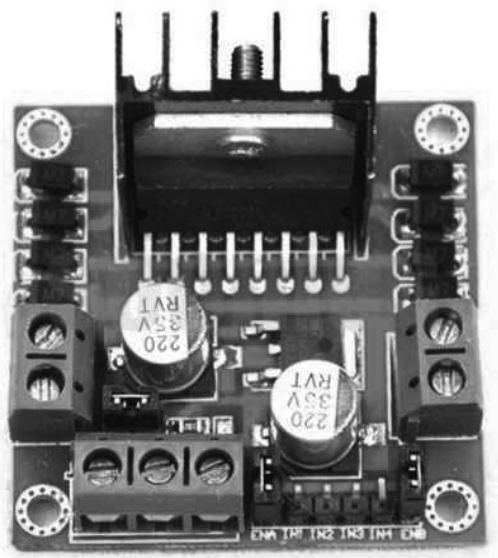


Рис. 16. Драйвер двигателей L298N

Для определения расстояния необходим соответствующий датчик. В нашем роботе используется ультразвуковой датчик модель HC-SR04 (рис. 16).

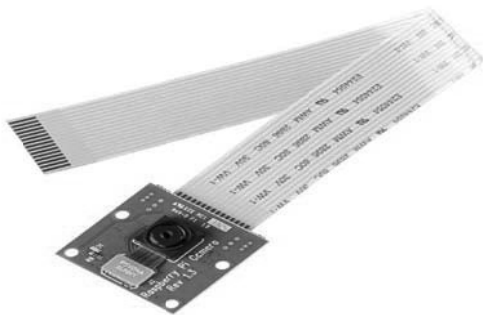


Рис. 17. Ультразвуковой датчик измерения расстояния HC-SR04

Для распознавания объектов необходима камера, был выбран стандартный модуль камеры для RaspberryPi–Raspicam (рис. 18).



Рис. 18. Модуль камеры raspicam

Для имитации лица был выбран специальный экран для Raspberry Pi RPUSBDISP v2 (рис. 19). Удобен он тем, что подключается к Raspberry Pi непосредственно по USB и не требует дополнительного питания.

Для возможности удержания предметов необходима клешня (рис. 20). Была выбрана модель с редуктором, для более лучшего и безопасного удержания предметов.

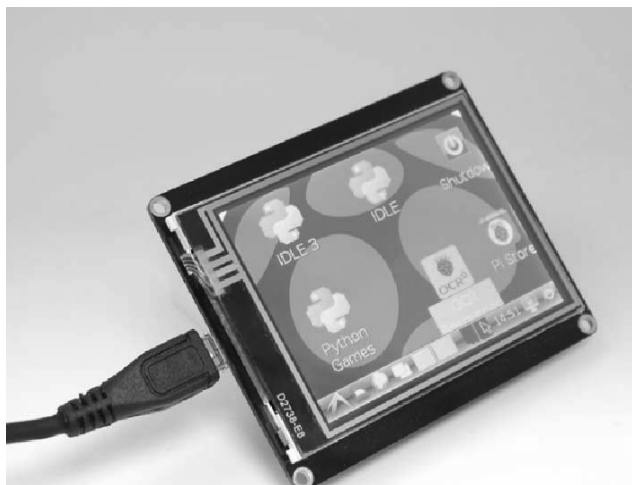


Рис. 19. RPUSBDISP v2



Рис. 20. Клешня для Arduino

Для сгибов рук используются сервоприводы были выбраны MG995 (рис. 21) и S05NF (рис. 22), так как имеют в основе металлические внутренности, в отличие от аналогов, которые исполнены в пластиковом варианте. Таким образом, они могут выдержать большие нагрузки.



Рис. 21. Сервопривод MG995

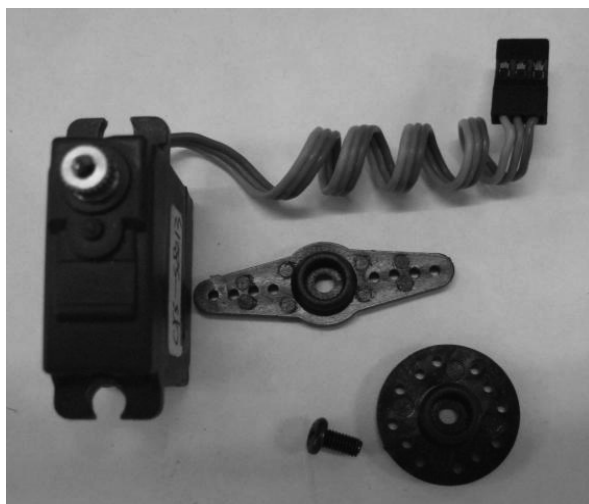


Рис. 22. Сервопривод S05NF

Для питания используется LiPo аккумулятор (рис. 23) с характеристиками 7,4 V 5200 mAh, используемый в радиоуправляемых моделях.



Рис. 23. LiPo аккумулятор

Так как напряжение 7.4 В велико для наших целей, его необходимо снизить. Для этого можно использовать преобразователь напряжения модели ТС43200 (рис. 24).

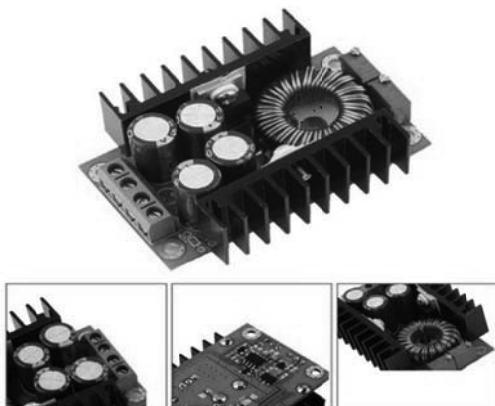


Рис. 24. Понижающий преобразователь напряжения ТС43200

Для распознавания предметов также необходима камера, так как первая камера занята передачей информации на смартфон. В качестве второй камеры было решено использовать веб камеру Creativehd720 (рис. 25).



Рис. 25. Веб-камера Creativehd 720

Для создания точки доступа необходим модуль Wi-Fi. Был выбран адаптер, созданный специально для RaspberryPi – Wi-Pi (рис. 26).



Рис. 26. Wi-Fi-адаптер Wi-Pi

Аналоги. Рассмотрим несколько роботов с аналогичными возможностями. Это робот-разносчик пиццы, робот-помощник, робот-официант. Все они имеют схожее назначение.

DRU (Domino's Robotic Unit) – робот Австралийского филиала компании Domino's Pizza представляет из себя полно-

стью автоматического робота-разносчика пиццы (рис. 27). Робот оснащен четырьмя колесами и может развивать скорость до 20 км 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.



Рис. 27. Робот-разносчик пиццы DRU

Робот фирмы Yaskawa с одноименным названием (рис. 28) позиционируется как помощник одиноким инвалидам и пожилым людям. Управляемый человеком из другого города, он может собирать предметы, переносить их, передавать звук и видео [16].

Роботы-официанты в Харбине. Всего посетителей ресторана обслуживают 20 роботов. Они 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».



Рис. 28. Робот-уборщик

Владельцы ресторана утверждают, что клиенты в восторге от их «железного» персонала.

Робот движется строго по заданному маршруту. Еду на разнос кладут люди и прибыв на место заказа, посетитель сам забирает заказ из «рук» официанта (рис. 29) [17].

Сравнив аналоги можно сказать, что разработанный нами робот не уступает аналогам по возможностям. Сферы деятельности нашего 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.



Рис. 29. Робот-официант

Теперь опишем **проектирование аппаратной части** нашего робота. Поскольку роботизированная платформа включает в себя несколько отдельных электронных компонентов, то следует четко понимать схему подключения этих компонентов к управляющему устройству. Используемый нами компонент является драйвером двигателей на базе микросхемы L298N (рис. 30) собранный на плате в виде модуля.

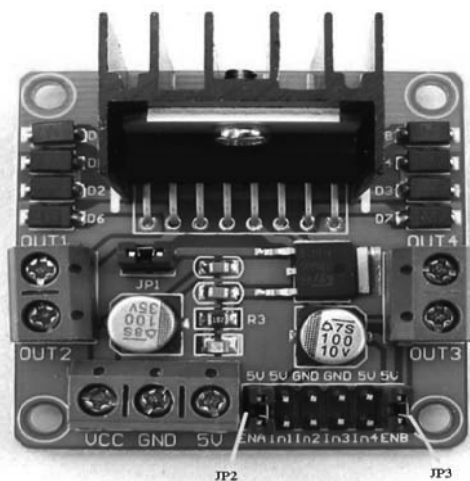


Рис. 30. Драйвер двигателей L298N

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 ENABLEA, B (ENA привязан к IN1 и IN2; ENB к IN3 и IN4) отвечают за раздельное управление каналами. Могут использоваться в двух режимах:

В первом режиме моторы могут иметь 2 режима скорости:

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

Во втором режиме мы имеем возможность управления скоростью, для этого необходимо вынуть перемычки JP2, JP3 замыкающие выводы ENA-5V, ENB-5V и подключить выводы ENA и ENB к штыревым разъемам на Arduino. Далее при помощи подачи различного напряжения на подключенных гнездах появляется возможность установки необходимой скорости. Схема соединения всех компонентов представлена на рисунке 31, сам робот – на рисунке 32.

Для данного робота созданы 3 приложения:

1. Android приложение, которое передает команды пользователя «роботу» и выводит видеопоток с камеры на роботе.
2. Приложение для Raspberry Pi, которое принимает информацию с Android приложения, обрабатывает ее и передает необходимые команды Arduino по USB, также считывает и обрабатывает фото с камер и ставит картинки на «лицо».
3. Arduino приложение, которое занимается движением робота, то есть управляет моторами, сервоприводами и считывает данные с датчиков.

Приведенные примеры показывают, что для изучения робототехники дополнительно требуется знание современных датчиков и их протоколов, микрокомпьютеров и их программного обеспечения.

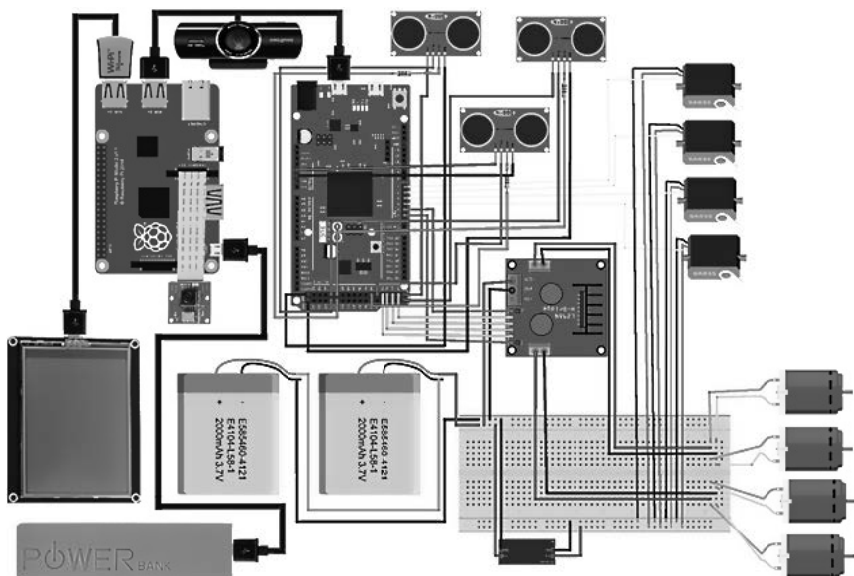


Рис. 31. Схема подключения компонентов

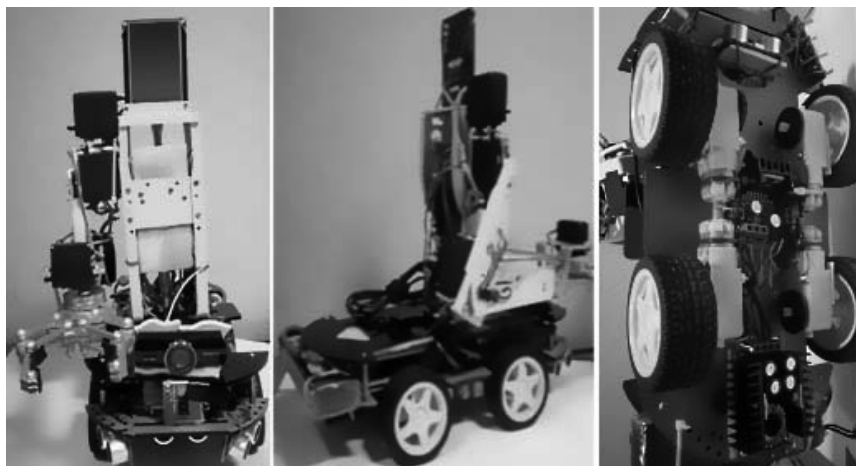


Рис. 32. Робот (вид спереди, сбоку и снизу)

Использование спутниковых технологий, мобильных устройств, робототехники в задачах разработки информационных систем и программных комплексов дает положительные ре-

зультаты в области качества обучения будущих ИТ специалистов. Как показывает наш опыт, для получения желаемого результата, необходимо чтобы в этой работе принимали участие и преподаватели физики, математики, химии и биологии. Нам на самом деле всем нужно работать для подготовки владеющего современными технологиями информационного общества специалистов для такой важной области как ИТ индустрия.

§ 2.5. Практические рекомендации и технические аспекты использования компонентов роботизированных устройств

Одним из популярных направлений робототехники является создание моделей простых роботов на базе микропроцессорной платформы Arduino, которую можно программировать, подключив к персональному компьютеру.

Кроме того, на базе Ардуино, вместе с практикой программирования существующего робота, обучающиеся имеют возможность конструировать собственные модели простых роботов различного назначения с использованием конструктора «Huna», который совмещается с Ардуино.

Ардуино представлен целым набором различных вариантов плат для разных процессоров. Выбор варианта для моделирования определяется функционалом разрабатываемой модели, ее габаритами и стоимостью. Так, Arduino UNO (рис. 33) – это самый популярный микрокомпьютер из линейки Arduino. В его основе стоит микроконтроллер семейства AVRATmega328.

Его связь с компьютером по проводу USB обеспечивает микроконтроллер ATmega16U2. При подключении, он определяется компьютером в качестве виртуального COM-порта. Так как прошивка его микросхемы использует стандартные драйвера USB-COM, установка дополнительных драйверов для его работы не требуется.

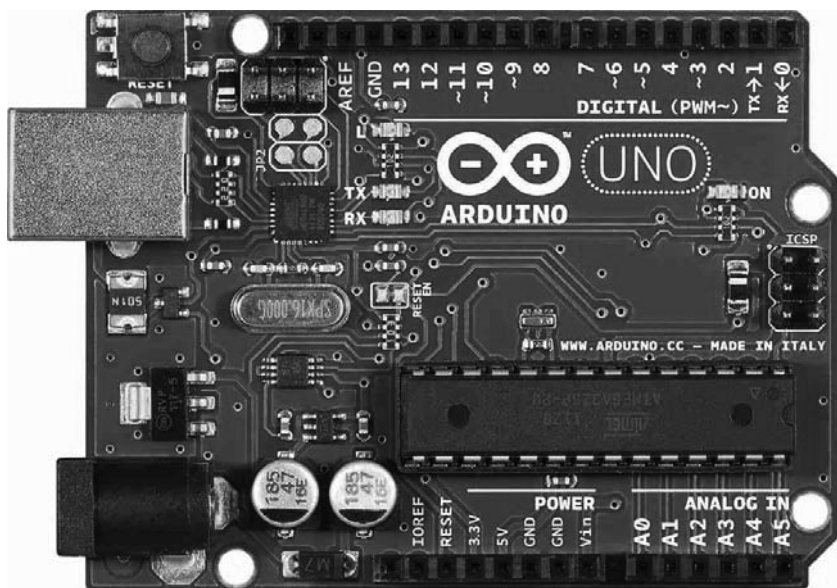


Рис. 33. Микрокомпьютер Arduino UNO

Программировать Arduino UNO можно несколькими способами. Самый простой – при помощи официальной среды разработки Arduino IDE. В таком случае, код пишется на компьютере и загружается в микрокомпьютер через USB-провод по протоколу STK 500. Однако, если по какой-то причине необходимо обойти этот протокол, то прошить Arduino UNO можно при помощи разъема для внутрисхемного программирования ICSP (In-Circuit Serial Programming). Также имеется возможность обновить прошивку микроконтроллера ATmega16U2. Для этого нужно воспользоваться DFU-загрузчиком (Device Firmware Update).

Одной из особенностей платы является система защиты от короткого замыкания USB порта компьютера, к которому подключен Arduino UNO. Предохранитель разрывает соединение, если проходящий через порт ток превышает 500 мА. Как только перегрузка будет устранена, предохранитель автоматически

ски восстановит соединение. Хотя большинство компьютеров имеют собственную подобную защиту, такая система является дополнительной гарантией работоспособности USB-порта.

Ниже будет рассмотрено содержимое платы микрокомпьютера.

Микроконтроллер ATmega328 – это сердце Arduino UNO. Это однокристалльный компьютер, имеющий процессор, память, в том числе энергонезависимую, и интерфейсы для ввода и вывода. Он также имеет встроенный загрузчик операционной системы. Это позволяет разработчику обходиться без использования дополнительных программаторов.

Характеристики ATmega328:

- Тактовая частота: 0 – 20 МГц
- Объем Flash-памяти: 32 кБ
- Объем SRAM-памяти: 2 кБ
- Объем EEPROM-памяти: 1 кБ
- Напряжение питания: 1,8 – 5,5 В
- Потребляемый ток в режиме работы: 0,2 мА (1 МГц, 1,8 В)
- Потребляемый ток в режиме сна: 0,75 мкА (1 МГц, 1,8 В)
- Общее количество портов: 23
- Восьмибитных таймеров/счетчиков: 2
- Шестнадцатибитных таймеров/счетчиков: 1
- Микроконтроллер имеет 32 кБ flash-памяти.

Ее назначение – хранить скетч. Эта память постоянна и не изменяется по ходу выполнения работы микрокомпьютера. Оперативной памятью микроконтроллера выступает SRAM-память объемом 2 кБ. Она служит для хранения переменных скетча. EEPROM память служит для долговременного хранения данных. Это аналог жесткого диска для Arduino. Ее объем составляет 1 кБ.

Питание на Arduino UNO может подаваться как при помощи USB кабеля (напряжение в таком случае будет равно 5 В), так и от внешнего источника питания. Хотя в теории Arduino UNO может работать при напряжении питания от 5 В до 20

В, рекомендуемым напряжением является от 7 В до 12 В. Если питание ниже 7 В, то вывод 5V может выдавать меньше 5 В, а если питание выше 12 В, то плата может быть повреждена из-за перегрева регулятора питания.

Выводы питания на плате:

- VIN – Данный вывод используется для подачи питания от внешнего источника, не связанного с USB портом. Через него также можно подавать внешнее питание, если микрокомпьютер получает питание через другой разъем;

- 5V – На данный вывод поступает напряжение в 5 В от стабилизатора напряжения. При этом не имеет значения как именно поступает питание на саму плату. Однако, подавать питание на этот вывод не рекомендуется ввиду отсутствия в такой схеме питания регулятора напряжения. Это может привести к перегреву платы;

- 3V3 – как и в случае с выводом 5V, на данный вывод поступает напряжение в 3В от стабилизатора напряжения. Подавать питание на этот вывод не рекомендуется по тем же причинам;

- GND – данный вывод используется для заземления;

- IOREF – данный вывод оповещает платы расширения о рабочем напряжении основной платы Arduino UNO. Таким образом они могут переключаться между рабочими напряжениями 3 В и 5 В.

Кнопка RESET служит для перезагрузки микрокомпьютера. Перезагрузка необходима для перепрошивки микрокомпьютера новым скетчем. Однако, плата Arduino UNO спроектирована таким образом, что позволяет производить подобную перезагрузку программно, без обязательного физического нажатия на кнопку. Таким образом, перепрошивать Arduino UNO можно прямо через среду разработки, в которой был написан код.

На плате расположено 14 пинов цифрового входа\выхода (0-13). Каждый из них может работать как для входа, так и для

выхода в зависимости от обращения конкретной функции и через программный код. Ограничение напряжения на данных пинах составляет 5В. Максимальный ток, который данные пины способны выдавать или потреблять составляет 40 мА. Каждый пин сопряжен с внутренним подтягивающим резистором сопротивлением от 20 кОм до 50 кОм. По умолчанию резисторы отключены.

Некоторые из цифровых пинов имеют дополнительные функции:

- UART: пины 0 (RX) и 1 (TX) – Подключены к микроконтроллеру ATmega16U2, выполняющему роль USB-UART преобразователя. Служат для передачи (TX) и получения (RX) информации по последовательному интерфейсу. Работа с интерфейсом проходит через класс Serial;

- Внешние прерывания: пины 2 и 3 –Эти выводы могут служить источниками прерываний по спаду или по фронту импульса, или при изменении значения;

- ШИМ: пины 3, 5, 6, 9, 10 и 11 – Служат для широтно-импульсной модуляции с разрешением 8 бит;

- SPI: пины 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK) – Используются для обмена данными с периферийными устройствами посредством последовательного синхронного протокола SPI;

- Светодиод: пин 13 (LED) – Служит для работы со встроенным светодиодом.

На плате также расположено 6 аналоговых пинов входа\выхода (A0-A5). По умолчанию, измерение напряжения на этих пинах происходит в диапазоне от 0 В до 5 В, но верхнюю границу можно увеличить программно. Каждый из пинов может представить аналоговое напряжение в виде 10 битного числа.

Аналоговые пины A4 (SDA) и A5 (SCL) применяются для связи посредством протокола I2C (TWI).

Дополнительные пины платформы Arduino UNO:

- AREF – опорное напряжение для аналоговых пинов;
- Reset – этот пин чаще всего служит для подключения дополнительной физической кнопки перезагрузки платы, заменяющей встроенную.

Длина и ширина микрокомпьютера Arduino UNO с учетом выпирающих за пределы платы разъема питания и USB разъема составляют 690мм и 540мм соответственно.

На рисунке 34 продемонстрировано расположение элементов на плате Arduino UNO.

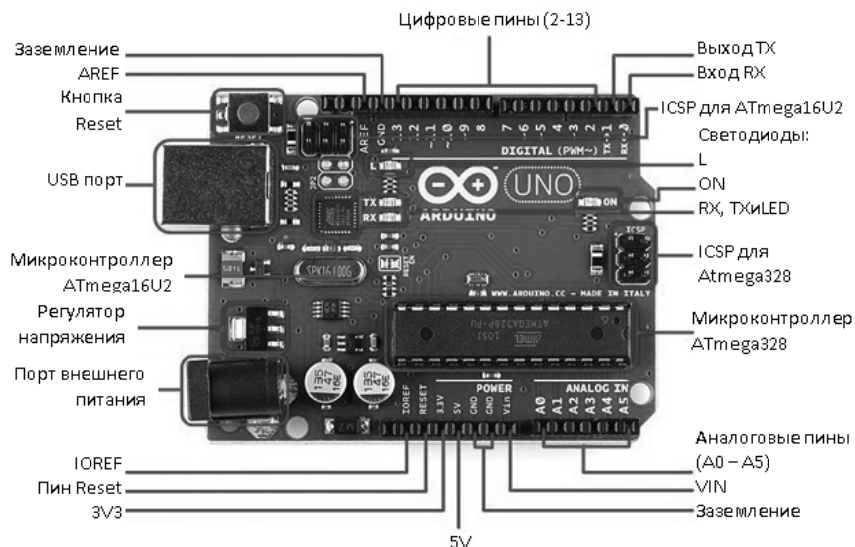


Рис. 34. Элементы платы Arduino UNO

Amperka GPRS Shield

Компания Амперка занимается продажей и производством на территории России микрокомпьютеров Arduino, плат расширений к ним, а также всевозможных сопутствующих товаров. На рисунке 35 представлен модуль Amperka GPRS Shield.

Amperka GPRS Shield является продуктом Российского производства. Это GPRS модуль, разработанный специально

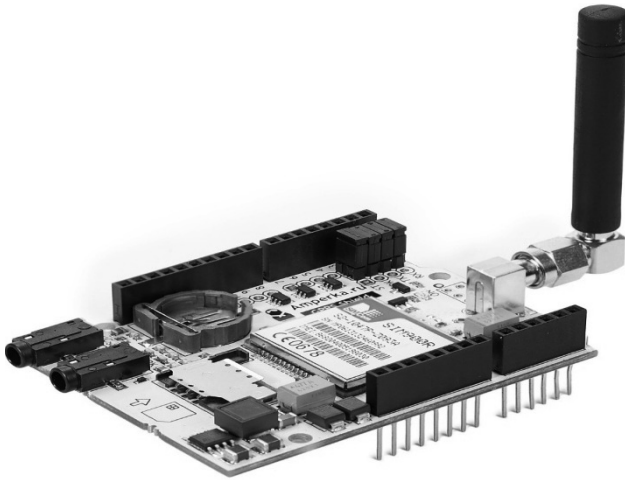


Рис. 35. Amperka GPRS Shield

для микрокомпьютеров Arduino. В его основе стоит модуль SIM900R компании SIMCom. Именно он отвечает за взаимодействие с мобильными сетями.

Модуль SIM900R является бюджетной версией модуля SIM900. Он может работать только в двух частотных диапазонах (850 и 1800 МГц), в отличие от SIM900, который может работать в четырех. Других серьезных отличий между модулями не имеется, так что SIM900R отвечает всем требованиям, поставленным перед GPRS модулем для разработки данного прибора.

Функциональные способности модуля SIM900R:

- Отправка и прием текстовых SMS сообщений;
- Инициация и прием голосовых телефонных звонков;
- Коммуникация по протоколу CSD (Circuit Switched Data);
- Поддержка пакетной технологии передачи данных GPRS;
- Jamming Detection – обнаружение факта «глушения» GSM-канала;
- Поддержка тонального набора по технологии DTMF (Dual-Tone Multi-Frequency);

- Коммуникация по протоколам TCP/IP и UDP.

Ниже будет рассмотрено содержимое платы Amperka GPRS Shield.

Разъемы для микрофона и наушников в виде стандартных портов mini-jack (3,5 мм). При подключении микрофона и наушников, можно разговаривать по Arduino как по обычному мобильному телефону.

Слот для SIM-карты размера Mini Sim. Для использования SIM-карт другого размера (Nano Sim или Micro Sim) нужно пользоваться специальными переходниками.

Контакты выбора управляющих пинов:

- RX и TX (пины 0 и 1) – Используются для выбора управляющих пинов с микроконтроллером;
- PK (пин 2) – Используется для включения модуля. Для этого нужно подать на него высокий уровень на протяжении 3 секунд, а затем подать на него же низкий уровень;
- ST (пин 3) – Информационный пин о состоянии включения GPRS Shield. Если высокий уровень – модуль включен, если низкий – выключен.

Гнездо для батарейки CR1225, напряжением питания 3В. Используется в случае, если в приборе необходимо наличие часов реального времени. В других случаях, наличие батарейки не обязательно.

SMA-разъем для подключения внешней антенны. Без использования антенны сигнал будет очень слабым.

Индикатор питания – светодиод ON. Загорается после подключения модуля.

Индикатор состояния сети – светодиод AIR. Интенсивность его мигания зависит от состояния сети.

Возможные режимы AIR (Горит/Не горит):

- 64мс/800мс – сеть не найдена;
- 64мс/3000мс – сеть найдена;
- 64мс/300мс – идет обмен по GPRS.

Прочие характеристики AmperkaGPRSShield:

- Скорость интернета: до 85 Кбит/с на скачивание и до 42 Кбит/с на загрузку;
- Потребление тока в спящем режиме: 1,5 мА;
- Напряжение питания на контакте Vin: 7–9 В.

На рисунке 36 продемонстрировано расположение элементов на плате Amperka GPRS Shield.

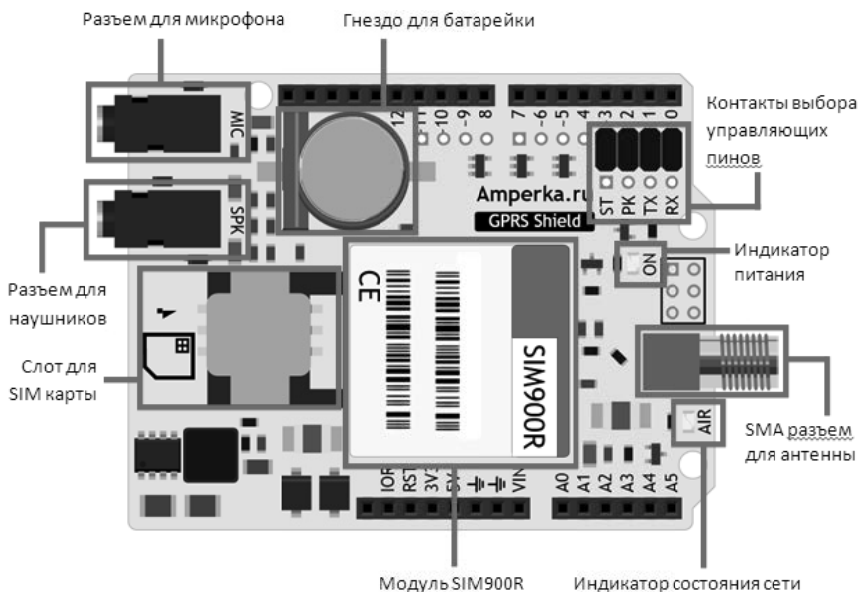


Рис. 36. Элементы платы Amperka GPRS Shield

Далее рассмотрим возможности использования вышеописанных компонентов на примере разработки прибора телемедицины (далее прибор), предназначенного для считывания пульса (количества ударов сердца в минуту).

Для выполнения функции отправки данных с разрабатываемого прибора был выбран способ передачи информации посредством мобильного интернета. Для этого нужно разместить на плате Arduino UNO GPRS модуль Amperka GPRS Shield.

В качестве датчика для снятия показаний сердечного ритма был выбран датчик KY-039 (рис. 37). Он позволяет в реальном времени замерять частоту пульса и отправлять данные в микрокомпьютер Arduino.

Интервал между замерами пульса, при необходимости, может составлять несколько миллисекунд, что обеспечивает непрерывную трансляцию актуальных данных о здоровье пользователя.



Рис. 37. Датчик KY-039 (Detect the heartbeat module KY-039)

Подобная скорость обусловлена принципом работы датчика. В его основе инфракрасный светодиод и фотодатчик. Палец пользователя размещается между ними, светодиод подает инфракрасный световой сигнал, а фотодатчик считывает его, учитывая помехи, создаваемые пальцем. Исходя из уровня этих помех, датчик может посчитать частоту сердцебиения пользователя.

При использовании датчика важно не позволять внешнему освещению попадать на него, так как это может вносить дополнительные помехи.

Резистор R1, используемый при подсчете количества сердечных сокращений, обладает достаточно большим сопротив-

лением, чтобы датчик оставался высокочувствительным, даже при низких значениях количества сердечных сокращений.

Помимо инфракрасного светодиода, фотодатчика и резистора датчик имеет три выходных пина: для питания, для заземления и для передачи информации.

Используемые программные продукты библиотеки Arduino IDE 1.8.2

Arduino IDE (рис. 38) – это бесплатная мультиплатформенная среда программирования с открытым исходным кодом. Ее разработчиками являются создатели микрокомпьютеров Arduino. Она служит для написания программ для этих микрокомпьютеров. Существуют версии под Windows, Linux, и Mac OS.

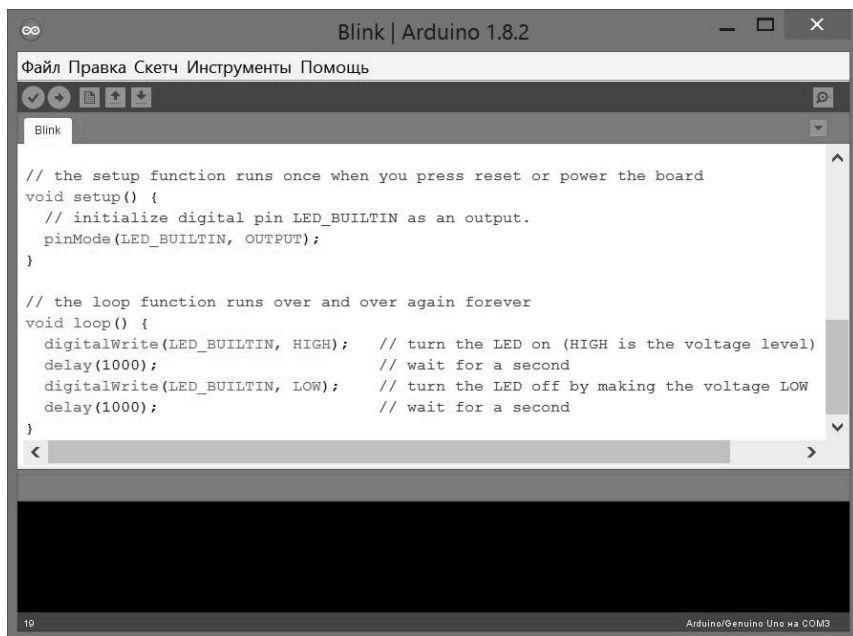


Рис. 38. Интерфейс Arduino IDE

Удобной функцией Arduino IDE является возможность копирования кода скетча в html формате с сохранением раз-

метки и цветового выделения кода для публикации в сети интернет.

Arduino IDE самостоятельно следит за обновлениями библиотек.

Для взаимодействия микрокомпьютера Arduino с Arduino IDE существует Монитор порта (рис. 39).

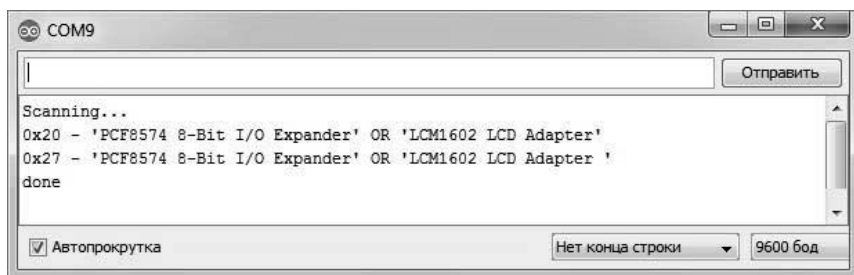


Рис. 39. Монитор порта

Он выполняет функцию консоли и позволяет просматривать информацию с Arduino, отправлять ему информацию, а также команды. Представляет собой текстовое поле для ввода информации и текстовое поле для вывода информации. Также в Мониторе порта (рис. 39) можно настроить скорость передачи данных в битах в секунду (бодах).

Программы, которые управляют микрокомпьютерами Arduino, называются скетчами (Sketch). Скетч загружается в микрокомпьютер и начинает свое выполнение, как только на Arduino будет подано питание и не прекращает работать пока питание не будет отключено. Одновременно на одном микрокомпьютере может быть загружен только один скетч.

Каждый скетч должен включать в себя как минимум две стандартные функции `setup()` и `loop()`. Он может содержать дополнительные функции. Все задействованные библиотеки нужно указывать в начале программы, при помощи ключевого слова `#include`. На рисунке 40 изображена структура скетча для Arduino.

```
Standart

//Добавление библиотек

//Объявление переменных

void setup() {
    ..... //Операторы
}

void loop() {
    ..... //Операторы
}

//Другие функции
```

Рис. 40. Структура скетча Arduino

Скетчи в Arduino IDE пишутся на языке программирования, основанном на C/C++ и имеют расширение «.ino». На самом деле, это и есть C++, но дополненный встроенными в Arduino IDE библиотеками для работы с микроконтроллерами. В них описаны все необходимые функции для работы с Arduino. Таким образом, задача программиста облегчается, а время написания кода уменьшается. Сам скетч пишется на C++ с использованием специализированных библиотек, а после компилируется и собирается при помощи компилятора AVR GCC.

Благодаря использованию популярного языка программирования, написание и подключение новой библиотеки не составляет труда. Многие разработчики сторонних плат расширения и датчиков пишут новые библиотеки для работы со своими устройствами.

Библиотека Software Serial

Для связи между платой микрокомпьютера Arduino и компьютером через провод USB используется универсальный асинхронный приемопередатчик (UART). Этот же метод используется для связи микрокомпьютера Arduino с любыми платами расширения. Но не на всех микрокомпьютерах Arduino есть несколько встроенных аппаратных UART-передатчиков. Иногда за передачу данных по USB и общение через пины 0 и 1 отвечает один единственный аппаратный UART-передатчик. В таких случаях разработчику приходится создавать самостоятельно его программные аналоги. Аппаратные UART-передатчики по-другому называют Hardware Serial, а программные Software Serial.

Software Serial передатчики также называют программными последовательными портами.

Как видно из названия, данная библиотека была написана для создания Software Serial портов.

Основные функции библиотеки:

Software Serial (rxPin, txPin) – объявление нового Software Serial порта;

Software Serial::begin (speed) – задает скорость передачи данных битах в секунду (бодах);

Software Serial::read – возвращает один символ, принятый Software Serial портом через вывод RX;

Software Serial::listen() – отвечает за выбор Software Serial из нескольких для последующего чтения данных;

Software Serial::print(data) – выводит данные через вывод TX Software Serial порта.

Однако у данной библиотеки есть ряд недостатков. Самым существенным является то, что при использовании нескольких SoftwareSerial передатчиков одновременно передавать данные может только один из них. Также на некоторых платах доступными для создания Software Serial передатчиков являются лишь малое количество пинов.

Библиотека GPRS_Shield_Arduino

Данная библиотека облегчает работу с GPRS модулями на основе модуля SIM900. Она была написана командой сайта Seeed Studio, занимающейся разработкой различных модулей для микрокомпьютеров, включая Arduino. Их модуль GPRS Shield V3 практически идентичен модулю GPRS Shield от Amperka. Основой первого является модуль SIM 900, а второго SIM 900R. Так как модуль SIM 900R представляет собой практически полную копию модуля SIM 900, то все библиотеки для работы с этими модулями являются взаимозаменяемыми. Более того, разработчики Amperka GPRS Shield сами рекомендуют данную библиотеку в числе прочих, пригодных для работы с их модулем.

Прямое взаимодействие с модулем SIM 900 происходит через так называемые AT-команды. Изначально они были разработаны в 1977 году компанией Hayes для настройки разработанного ими модема Smart modem 300 baud. До сих пор этот способ управления используется в различных устройствах связи. Для того, чтобы устройство распознало команды, они должны быть написаны в специфической форме.

Каждая AT-команда подается на устройство в виде строки, начинающейся с символов «AT», за которыми следует конкретное задание: одна или несколько команд. В завершении команды или набора команд ставится символ конца строки. Команды могут как подаваться при помощи программного обеспечения, так и напрямую, когда пользователь вводит их вручную с клавиатуры. Писать код для управления модулем SIM900R можно как при помощи AT-команд напрямую, так и пользуясь специальными библиотеками, в которых громоздкие конструкции из AT-команд упакованы в удобную форму небольших функций. Одной из таких библиотек и является GPRS_Shield_Arduino.

Основные функции библиотеки:

GPRS (Stream&serial, uint8_tpkPin, uint8_tstPin) – создание объекта класса GPRS с указанием пинов, через которые проис-

ходит коммуникация GPRS модуля с платой микрокомпьютера;

GPRS::powerOn () – программно подает питание на плату GPRS;

GPRS::powerOff () – программно отключает питание платы GPRS;

GPRS::sendSMS (char *number, char *data) – отправка текстового SM сообщения на указанный телефонный номер;

GPRS::readSMS (int messageIndex, char *message, int length) – прием и чтение текстового SMS сообщения;

GPRS::callUp (char *number) – исходящий телефонный звонок на указанный телефонный номер;

GPRS::answer (void) – прием входящего телефонного звонка;

GPRS::join(char* apn, char* user Name, char* passWord, int timeout) – регистрация модема в сети оператора связи;

GPRS::get IP Address () – получение IP-адреса модема после его регистрации в сети оператора связи;

GPRS::connect (Protocol ptl, const char *host, int port, int timeout) – создание сетевого соединения с сервером;

GPRS::send (constchar * str, intlen) – отправка данных на сервер.

Аппаратное устройство прибора

Сборка устройства начинается с подключения модуля расширения Amperka GPRS к плате микрокомпьютера Arduino UNO. Далее нужно подключить антенну при помощи SMA-разъема. На рисунке 41 изображен результат подключения GPRS модуля к Arduino UNO.

Любой модуль расширения обменивается с Arduino информацией через универсальный асинхронный приемопередатчик (UART). На плате Arduino UNO присутствует только один аппаратный UART передатчик, который служит для отправки данных через пины 0 и 1, а также за передачу информации через USB соединение. Это делает невозможным корректную работу модуля GPRS. Для связи Amperka GPRS с Arduino

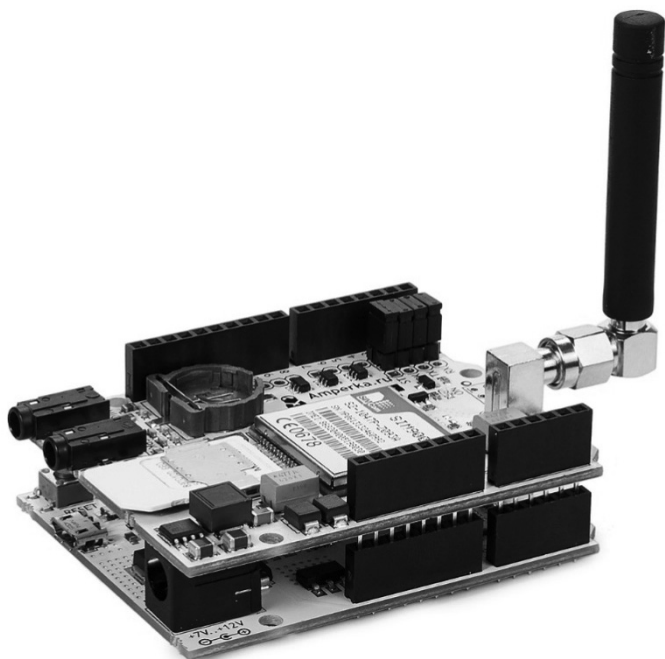


Рис. 41. Arduino UNO + Amperka GPRS

UNO нужно создать новый UART передатчик вручную, используя технологию Software Serial.

Аппаратно он создается при помощи соединения джамперами определенных пинов на плате GPRS модуля. Нужно разорвать соединение пина RX с пином 0 и соединить его со свободным пином 10. Далее нужно разорвать соединение пина TX с пином 1 и соединить его со свободным пином 11. Схема соединения показана на рисунке 42.

Завершает подключение GPRS модуля добавление SIM-карты в соответствующий слот. В данном приборе передача данных от прибора к серверу происходит через сеть интернет, так что SIM-карта должна иметь доступ к мобильному интернету.

Следующим этапом сборки прибора является подключение к микрокомпьютеру Arduino UNO датчика сердечного ритма Detect the heartbeat module KY-039.

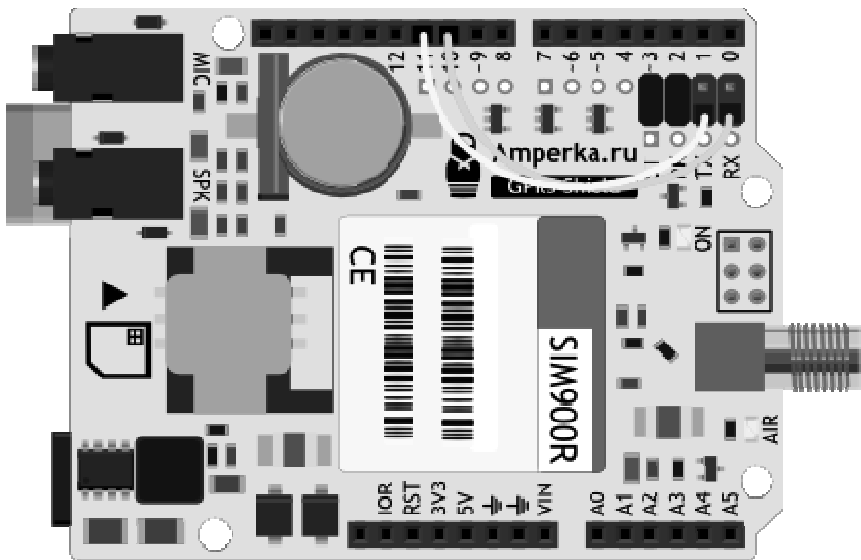


Рис. 42. Схема создания нового UART-передатчика для связи с Amperka GPRS с Arduino UNO

Данный датчик имеет три контактных пина:

1. Пин Sнужно соединить с аналоговым пином A0. Он отвечает за передачу информации с датчика на микрокомпьютер.
2. Пин + нужно соединить пином 3V3 или 5V. Он отвечает за питание датчика.
3. Пин – нужно соединить с пином GND. Он отвечает за заземление.

Так как все контактные пины платы Arduino UNO заняты GPRS модулем, необходимо подключать датчик именно к нему. Схема соединения датчика сердечного ритма и GPRSмодуля показана на рисунке 43.

На рисунке 44 показан собранный, готовый к работе прибор. Его строение включает в себя основную плату микрокомпьютера Arduino UNO, модуль расширения Amperka GPRS и пульсометр Detect the heartbeat module KY-039.

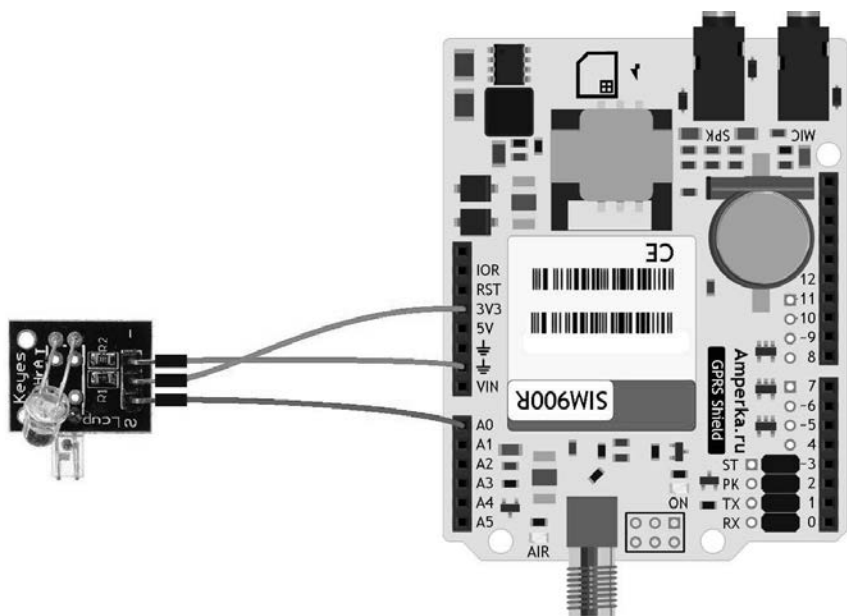


Рис. 43. Схема соединения датчика KY-039 с AmperkaGPRS

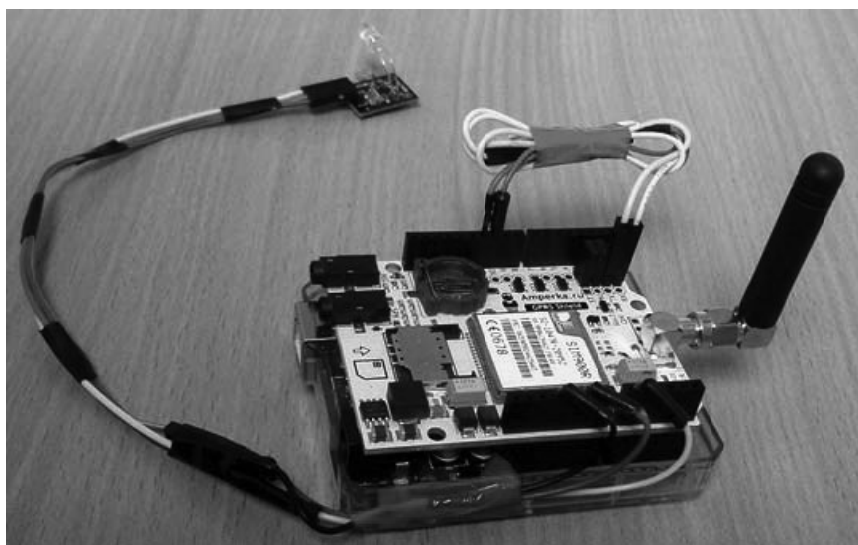


Рис. 44. Внешний вид собранного прибора

Программный код

Ниже будут приведены ключевые моменты программного кода программы и описана логика ее работы.

В начале программы импортируются используемые программные библиотеки:

```
#include <GPRS_Shield_Arduino.h>
#include <SoftwareSerial.h>
```

Функция setup

Функция setup выполняется один раз в начале работы программы.

Создание программного UART-соединения для связи GPRS модуля с Arduino UNO:

```
SoftwareSerial mySerial (10, 11);
```

Создание объект класса GPRS и передача в него объект mySerial:

```
GPRS gprs (mySerial);
```

Создание переменной для работы с данными, поступающими с датчика:

```
int sensorPin = 0;
```

Создание переменной, отвечающей за интервал считывания показаний датчика. Значение указывается в миллисекундах:

```
int period = 20;
```

Регистрация модема в сети оператора мобильного интернета:

```
while (!gprs.join("internet.tele2.ru", "", "")) {
  Serial.println ("Ошибка регистрации в мобильной сети");
  Delay (1000);
}
```

Соединение с сервером:

```
while (!gprs.connect (TCP, "176.59.203.251", 6666)) {
  Serial.println ("Ошибка соединения с сервером");
  Delay (1000);}
}
```

После успешного соединения с сервером, стартовые приготовления заканчиваются, и программа начинает повторение

бесконечного цикла считывания данных с датчика и отправки их на сервер.

Функция loop

Функция loop выполняется в бесконечном цикле, пока питание микрокомпьютера не будет отключено.

Функция loop делится на две логические составляющие: считывание показателя пульса с датчика и отправки этих данных на сервер.

Датчик пульса KY-039 в качестве выходного параметра с аналогового пина выдает только промежуточные данные, требуется программно их обрабатывать, чтобы получить конечное значение количества ударов сердца в минуту.

Считываем данные с датчика:

```
String raw Value = String (analog Read (sensor Pin));
```

Проводим расчет количества ударов сердца в минуту и отбрасываем возможные искаженные показатели при помощи функции heart beat Detected и, если все в порядке, отправляем результат на сервер:

```
double value = alpha * oldValue + (1 - alpha) * raw Value;
```

```
old Value = value;
```

```
static int beatMsec = 0;
```

```
int heartRateBPM = 0;
```

```
if (heartbeatDetected(sensorPin, delayMsec))
```

```
{
```

```
heart Rate BPM = 60000 / beatMsec;
```

```
gprs. send("Пульс=" + (String) heart Rate BPM + " ");
```

```
beat Msec = 0;}
```

После этого происходят переприсваивания значений переменных, необходимые для дальнейшей фильтрации искаженных показателей, а затем цикл повторяется бесконечное количество раз.

На рисунке 44 представлена логическая схема логики работы.



Рис. 45. Логическая схема работы программного обеспечения прибора

Работа с прибором

Инструкция для начала работы с прибором:

1. Надеть на палец датчик пульса;
2. Подключить питание к прибору;
3. Во время эксплуатации прибора соблюдать технику безопасности.

Все остальное прибор будет самостоятельно выполнять в автоматическом режиме.

Инструкция для завершения работы с прибором:

1. Отключить питание от прибора;
2. Снять датчик пульса;
3. Поместить прибор на хранение в защищенное от влаги и прямых солнечных лучей место для профилактики повреждений электроники прибора.

Техника безопасности

Во избежание ситуации, когда плата выходит из строя, необходимо знать особенности работы техники, в том числе и максимальную нагрузку, которую можно давать на отдельный вывод, группу выводов и сам микроконтроллер.

Максимальные значения напряжений составляют:

- На одном выводе микроконтроллера ток должен иметь напряжение не больше 40 мА.
- На одной группе выводов текущий ток не должен превысить отметку 100 мА. Самих групп выводов три.
- Одновременный ток на микроконтроллере не должен превысить отметку 200 мА.

Другой аспект, который нужно учитывать, это недопущение перегрева прибора. Максимальная рабочая температура микроконтроллера ATmega328, являющегося ядром микрокомпьютера Arduino UNO, а также модуля SIM 900R, который является ядром Amperka GPRS Shield, одинакова и составляет 85 °С.

Общие требования безопасности

При использовании микрокомпьютеров Arduino не требуется соблюдать особых требований по технике безопасности, поэтому ниже приведены выдержки из типовой инструкции по охране труда при работе на ПК.

При эксплуатации ПК на пользователя могут оказывать действие следующие опасные и вредные производственные факторы:

- повышенный уровень электромагнитных излучений;
- повышенный уровень статического электричества;
- пониженная ионизация воздуха;

- статические физические перегрузки.

Требования безопасности перед началом и во время работы

Требования безопасности перед началом работы:

- Проверить правильность подключения оборудования к электросети;
- Проверить исправность проводов питания и отсутствие оголенных участков проводов;

Требования безопасности во время работы:

1. Пользователю при работе с ПК запрещается:
 - Разбирать корпус устройства при включенном питании;
 - Допускать попадание влаги на поверхность системного блока, монитора и других устройств.
2. Производить самостоятельное вскрытие и ремонт оборудования.

Требования безопасности после работы:

1. Отключить питание от прибора;
2. Снять датчик пульса;
3. Поместить прибор на хранение в защищенное от попадания влаги место.

Требования безопасности в аварийных ситуациях

В случае возникновения аварийной ситуации пользователь должен соблюдать следующие правила:

- во всех случаях обрыва проводов питания, неисправности заземления и других повреждений, появления гари, немедленно отключить питание и сообщить об аварийной ситуации;
- не приступать к работе до устранения неисправностей.

Документы, регламентирующие охрану труда при работе с компьютером

Более подробные требования к организации и охране труда при работе за ПК устанавливаются следующими документами:

- Трудовой кодекс Российской Федерации;

- СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» (от 13 июня 2003 года N 118);

- «Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере ГОИ Р-45-084-01» (утв. Приказом Минсвязи РФ от 02.07.2001 № 162).

ГЛАВА 3. ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ ПЕДАГОГОВ В ОБЛАСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИКИ И ПУТИ ЕЁ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

Современный мир стоит на пороге новой технологической революции, основанной на достижениях в области информационных технологий и искусственного интеллекта. Развитие технологических направлений современной науки, таких как интеллектуальные системы, в частности, робототехника, привело к активному поиску возможностей применения знаний из этой области в систему современного образования. Параграф посвящен рассмотрению актуальных проблем подготовки педагогов в области образовательной робототехники и вариантам их решений.

Согласно Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года, основной стратегической задачей развития России является развитие человеческого потенциала, что предполагает создание благоприятных условий для развития способностей каждого индивидуума, повышение конкурентоспособности человеческого капитала, а также внедрение инновационных технологий [18]. Отдельной задачей инновационной политики РФ определяется развитие технологических направлений современной науки, таких как интеллектуальные системы, в частности, робототехника.

По данным мировых рейтингов и оценок, робототехника входит в тройку наиболее перспективных направлений научно-технического прогресса, так как в современном производс-

тве и промышленности востребованы специалисты, обладающие знаниями в указанной выше области. Для решения данной задачи большую значимость и актуальность приобретает внедрение робототехники в образование.

Образовательная робототехника представляет собой интегративное направление научно-технического процесса. Также известно, что робототехника – это универсальный инструмент, закладывающий прочные основы системного мышления, интеграция информатики, математики, физики, искусственного интеллекта, технологии, микроэлектроники, теории автоматического управления и ряда других естественных наук с развитием инженерного творчества.

Робототехника охватывает широкий класс систем, которые включают автоматизированные производственные линии, беспилотные космические и подводные аппараты, бытовые помощники, детские игрушки и др.

Интенсивное внедрение робототехнических систем в бытовую и производственную сферы жизни человека требуют от них наличие определенных знаний в области организации и управления ими.

Как показывает обзор информационных источников по данному вопросу [19, 20], в настоящее время во многих странах мира (Австралия, Дания, Израиль, Китай, Корея США, Сингапур и т.д.) наблюдается значительное повышение интереса к общеобразовательной составляющей данного научно-технического направления. Технические университеты перечисленных стран совместно с производственными компаниями (FANUC Robotics America Inc., Mobile Robotics Inc. и др.) развивают программы образовательного направления для привлечения школьников и студентов к данной сфере [19, 21].

В ряде стран Азиатско-Тихоокеанского региона, Евросоюза, в США робототехника является общеобразовательным предметом, изучаемым в старших классах [19, 21].

Однако, в нашей стране ни одна из основных образовательных программ основного общего образования не только не предусматривает изучение такого предмета как робототехника, но и не содержит элементов и основ данного направления в родственных предметах, таких как математика, информатика, физика, технология.

Вместе с тем отметим, что в последние годы в России в рамках Общероссийской программы «Робототехника: инженерно-технические кадры инновационной России» по инициативе Федерального агентства по делам молодежи и Фонда социальных инноваций «Вольное Дело» во многих регионах страны организованы ресурсные центры, где ежегодно для школьников проводятся робототехнические фестивали, соревнования и олимпиады [21].

Следует подчеркнуть, что ознакомление школьников с основами робототехнических систем осуществляется в рамках дополнительного образования [20]. В нашей стране пока отсутствует поэтапное системное изучение элементов робототехники, основ автоматического управления ими в рамках общеобразовательных школ. Наибольшее распространение, в настоящее время, робототехника получила в рамках дополнительного образования, факультативных занятий или во внеурочной деятельности.

Анализ научно-практической литературы, информационных ресурсов позволил сделать вывод о том, что образовательная робототехника подходит для всех уровней образования – от дошкольного и до высшего.

Вместе с тем, ряд исследователей отмечают большой потенциал внедрения элементов или основ образовательной робототехники в программу школьных предметов, согласно всем требованиям ФГОС. Таким образом, использование образовательной робототехники становится педагогическим ресурсом введения ФГОС. Основная ценность данной учебной деятельности, заключается в решении научно-познаватель-

ных и учебно-практических задач, связанных с конструированием, программированием в робототехнике, где учащиеся самостоятельно при поддержке педагога получают новые знания и умения для применения их в учебно-исследовательской деятельности по предметам естественнонаучного и физико-математического направлений (биология, информатика, математика, технология, физика, химия, экология и др.).

Обучение детей с использованием робототехнического оборудования – это и обучение в процессе игры и техническое творчество одновременно, что способствует воспитанию активных, увлеченных своим делом, самодостаточных людей нового типа. Образовательная робототехника дает возможность на ранних шагах выявить технические наклонности учащихся и развивать их в этом направлении [20].

Отметим, что включение основ робототехники в учебный процесс требует соответствующей квалификации педагогов. Поэтому внедрение образовательной робототехники в школьное образование, даже на уровне внеурочной деятельности, в настоящее время сталкивается, прежде всего, с отсутствием педагогических кадров с соответствующей квалификацией. Во-вторых, в образовательных учреждениях основного общего образования существуют проблемы материально-технического оснащения учебным робототехническим оборудованием, например, таким как, LEGO Mindstorms EV3, Arduino, Архимед, LEGO Education WeDo и WeDo 2.0, набор по робототехнике «Роботрек Инженер», образовательный набор «Амперка» и др. из-за высокой стоимости перечисленного.

Мы разделяем мнение авторов [7, 12, 13, 15, 20, 21], что образовательная робототехника – это не только новое междисциплинарное направление в обучении, развитии школьников, но и новое направление в теории и методике обучения. Педагог по основам робототехники должен обладать соответствующими знаниями и навыками по теории и методике обучения частным вопросам таких предметов, как математи-

ка, технология, физика, информатика и ИКТ, а также иметь базовые знания по некоторым дисциплинам технических ВУЗов, в частности, по теории автоматического управления, основам искусственного интеллекта. Кроме того, педагог по робототехнике хорошо должен знать программирование и разбираться в современных средах объектно-ориентированного программирования, поскольку каждая модель учебного робота – это не просто занимательная игрушка, это точный автономный механизм с обратной связью, управляемый достаточно сложной программой.

В связи с этим становится актуальной проблема подготовки педагогических кадров в области образовательной робототехники.

Как показывают результаты исследований, подготовка педагогов в этой области осуществляется преимущественно в форме видео-семинаров и видео-презентаций, мастер-классов, либо краткосрочных курсов на базе высших учебных заведений или учебно-тренировочных сборов, ориентированных на соревновательное (спортивное) направление, реализуемых ресурсными центрами.

При этом, с одной стороны, проблема заключается, в том, что такая подготовка содержит, чаще всего, только объяснения технических характеристик робототехники (как работать с оборудованием, как собрать, как решать задачу, как подготовиться к соревнованиям) и лишь немногие включают вопросы методики обучения робототехнике.

С другой стороны, подготовку педагогических кадров ведут одновременно и для специалистов, окончивших технические вузы, и для будущих (или уже состоявшихся) учителей предметов физико-математического направления, без использования выравнивающих технологий обучения или специально разработанных методик подготовки таких групп слушателей, с различным уровнем технической и методической подготовки. Решение данной проблемы не нашло пока це-

лостного отражения в теории и методике профессионального образования.

Нам представляются необходимым разработку методической системы подготовки педагогов в области образовательной робототехники, в условиях многоуровневой системы образования, в т. ч. на разных этапах образования – довузовском, вузовском и послевузовском. Прежде всего, это связано с необходимостью поиска теоретико-методологических основ, концепции создания и проектирования эффективной методической системы такой подготовки.

В ходе исследования нами была предложена методика многоуровневой подготовки педагогических кадров в области образовательной робототехники, которая включает вариативную и инвариантную компоненты.

В подготовке будущих учителей педагогических вузов профилей физико-математического направления, технологии по робототехнике предложено, в качестве вариативной компоненты, изучение дисциплин «Образовательная робототехника», «Основы автоматизации и вычислительной техники» и «Методика обучения основам робототехники». Построение данных курсов предполагает более углубленное изучение бакалаврами технической составляющей образовательной робототехники, принципов работы простейших логических элементов автоматизации и математических основ их функционирования, методических принципов, методов и технологий организации обучения основам робототехники в современной школе.

На уровне магистратуры предлагается подготовка по программе «Теория и методика образовательной робототехники», «Основы искусственного интеллекта», «Основы системного анализа». Данная образовательная программа направлена на профессиональную подготовку педагогических кадров в области образовательной робототехники на основе уровней подготовки бакалавров (как для выпускников педагогических, так и технических вузов).

Вариативная часть данной подготовки позволяет выпускникам педагогических вузов дополнительно освоить теоретические и практические знания из области физики, математики, схемотехники, теории автоматического управления и программировании.

Инвариантная часть направлена на формирование общенаучных и технологических навыков проектирования и конструирования роботов в различных средах, а также методику обучения образовательной робототехнике. При этом, в рамках методической подготовки рассматриваются такие темы как: стандартизация школьного образования в области робототехники и внедрение образовательной робототехники в школе; методика преподавания робототехники как учебного предмета и дидактические принципы в обучении робототехнике; организация обучения робототехнике в школе и основные формы и методы обучения робототехнике; соревновательная робототехника (виды соревнований, обзор заданий и методические рекомендации обучению решению задач) и технологии ТРИЗ на занятиях по основам робототехники; классификация уроков по основной дидактической цели и методические требования к конспекту урока робототехники; основные формы и методы контроля и проверки знаний учащихся; основные аспекты оценочной деятельности учителя и формы внеурочного изучения робототехники в школе; внеклассная работа по робототехнике; межпредметные факультативы и олимпиады по информатике как формы внеурочной работы.

Проблему подготовки учителей информатики, физики, математики, технологии и т. д., желающих освоить дополнительно основы и методику обучения образовательной робототехники, могут также решить специализированные курсы на уровне профессионального повышения квалификации. Например, курсы: «Образовательная робототехника в школе как условие реализации ФГОС основного общего образования», рассчитанный на 72 часа; «Основы автоматики и вычисли-

тельной техники», рассчитанный на 100 часов, позволят учителям познакомиться с теоретическими вопросами методики обучения и освоить практические навыки работы с робототехническим оборудованием, доступным в настоящее время в школе.

Предлагаем многоуровневую подготовку педагогических кадров в области образовательной робототехники, включающая вариативную и инвариантную компоненты.

Таким образом, целевые установки для введения основ робототехники в основном общем образовании, содержательное наполнение учебно-методической документации (программ, тематических планов, поурочных разработок и др.), создание специальных технических приложений, обеспечивающих их успешное функционирование, процессуальных аспектов для эффективного использования педагогических и методических методов, форм, средств и технологий позволят решить проблемы создания системы подготовки учителя образовательной робототехники, которая будет спроектирована и реализована как открытая система и способная к дальнейшему совершенствованию в современных условиях.

Заключение

Представленная монография посвящена актуальной проблеме включения образовательной робототехники в учебный процесс общеобразовательных школ, вузов и учреждений дополнительного образования как инновационной педагогической технологии. Авторы сделали попытку, опираясь на результаты исследований в данной области, собственные исследования и опыт раскрыть современное состояние образовательной робототехники, тенденции ее развития и пути дальнейшего совершенствования. Особое внимание было уделено методическим и педагогико-технологическим аспектам встраивания образовательной робототехники в различные составляющие учебного процесса, практическим рекомендациям по использованию компонентов роботизированных устройств и сред программирования как на занятиях по робототехнике, так и при реализации учебных робототехнических проектов. Охвачены практически все применяемые в образовательной робототехнике электронные компоненты и устройства: микроконтроллеры, датчики, серводвигатели, микрокомпьютеры и др. Уделено внимание вопросам их безопасного использования. Подробно рассмотрены примеры сборки и программирования робота «Сторож», робота-разносчика и прибора телемедицины.

На основе анализа современного педагогико-технологического обеспечения образовательной робототехники (как зарубежного, так и отечественного) показана уникальность образовательной робототехники как педагогической техноло-

гии, позволяющей охватить все уровни общего образования от начальной до старшей школы. Также показана эффективность ее реализации через модульное обучение, в том числе при сетевом взаимодействии обучаемых.

Внимание уделено и вопросу сравнительного анализа образовательных робототехнических конструкторов (модулей) зарубежного и отечественного производства, показаны их преимущества и недостатки. Даны практические рекомендации по устранению некоторых недостатков.

В результате исследований авторов обоснована необходимость многоуровневой подготовки педагогических кадров в области образовательной робототехники, включающая вариативную и инвариантную части. Сформулированы условия реализации такой подготовки.

В монографии показано, что несмотря на целый ряд проблем, существующих в образовательной робототехнике, в последние годы в нашей стране достигнуты определенные результаты. Есть понимание того, что рассмотрение этих проблем ориентирует нас на освоение европейских и мировых стандартов, и в конечном итоге на их практическое внедрение, создание цифровой экономики, основанной на «технологиях национального производства», обеспечивающих достижение национальных приоритетов России.

Материалы монографии могут быть использованы педагогами и руководителями школ, учреждений дополнительного и среднего профессионального образования, преподавателями вузов с целью применения представленных результатов исследований на уроках, занятиях, во внеурочной деятельности, при планировании учебного процесса и составлении программ по образовательной робототехнике и другим дисциплинам.

Список используемой литература

1. Аналитическое исследование: Мировой рынок робототехники. – М.: Национальная ассоциация участников рынка робототехники (НАУРР), 2016. – 157 с.

2. Яламов Г.Ю., Воронов Г.Б. Средства информационной поддержки подготовки специалистов по профессиям СПО, востребованным в ИТ-отрасли // Педагогическая информатика. 2018. № 1. С.96-103.

3. Ваграменко Я.А., Казиахмедов Т.Б., Яламов Г.Ю. Педагогико-технологические аспекты интеллектуализации информационной среды, включающей в себя объекты образовательной робототехники // Информатизация образования и науки. 2017. № 3(35). С. 75-82.

4. Комплексная программа «Развитие образовательной робототехники и непрерывного ИТ-образования». Паспорт программы // Интернет-издание «Pandia.ru» [сайт]. URL: <https://pandia.ru/text/80/194/44353.php> (дата обращения: 27.11.2018).

5. Указ Президента Российской Федерации от 07.07.2011 г. № 899 «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации» // Официальный сайт Президента России «www.kremlin.ru»: [портал]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/33514> (дата обращения: 27.11.2018).

6. Указ Президента РФ от 16.12.2015 № 623 «О Национальном центре развития технологий и базовых элементов робототехники» // Официальный сайт компании «КонсультантПлюс»: [сайт]. URL: <http://>

www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_190576/ (дата обращения: 27.11.2018).

7. 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.

8. Resnick M., Silverman B. Some Reflections on Designing Construction Kits for Kids. URL: <https://web.media.mit.edu/~mres/papers/IDC-2005.pdf> (дата обращения: 1.10.2018).

9. Jonassen D. H. Computers as mindtools for schools. Prentice Hall, 2006. 253 p.

10. Ваграменко Я.А., Игнатъев М.Б., Яламов Г.Ю. Методические рекомендации по включению программируемых устройств с робототехническими функциями в учебный процесс (для педагогов дополнительного образования) // Сетевое издание «Управление образованием: теория и практика». 2015. №4 (20). С.58-64.

11. Образовательная робототехника. Методическое пособие. / Составитель Бояркина Ю.А.- Тюмень: ТОГИРРО, 2013.

12. Ваграменко Я.А., Шестопалова О.А., Яламов Г.Ю. Применение программируемых устройств с робототехническими функциями в учебном процессе // Педагогическая информатика». 2015. №2. С. 9-16.

13. Яламов Г.Ю., Русаков А.А. Образовательная робототехника – сегодня и завтра // Образовательные информационные технологии и робототехника: материалы респ. науч.-практ. интернет-конф. / Белорус. гос. пед. ун-т им. М. Танка; редкол.: С.И. Василец (отв. ред.) [и др.]. – Минск: БГПУ, С. 294-298.

14. Филиппов С.А. Робототехника для детей и родителей. – СПб.: Наука, 2013. 319 с.

15. Т.Б. Казиахмедов. Опережающее обучение в области IT-индустрии в условиях развивающейся экономики и длительных реформ в высшем образовании // Педагогическая информатика. 2014. № 4. С. 62-72.

16. PostDefender: Роботы персонал китайского ресторана в Харбине [Электронный ресурс] //URL: <http://postdefender.ru/robotyi-personal-kitayskogo-restorana-v-harbine> (дата обращения: 21.11.18).

17. Япония: Международная выставка роботов» // Информационно-виртуальный портал «IVS»: [сайт]. URL: http://www.informatsionno-virtualnyi.com/news/japonija_mezhdunarodnaja_vystavka_robotov/2011-12-26-492 (дата обращения: 21.11.18).

18. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года // Официальный сайт компании «КонсультантПлюс»: [сайт]. URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LA W;n=90601#0> (дата обращения 30.10.17).

19. Ечмаева Г.А. Подготовка педагогических кадров в области образовательной робототехники // Научное обозрение. Педагогические науки. – 2014. – № 1. – С. 122-122; URL: <https://science-pedagogy.ru/ru/article/view?id=162> (дата обращения: 13.12.2018).

20. Образовательная робототехника// Тольяттинский вики-портал: [сайт]. URL: http://wiki.tgl.net.ru/index.php/Образовательная_робототехника (дата обращения: 11.11.2018).

21. Sergeyev A., Alaraje N. Promoting Robotics Education: Curriculum and State-of-the-Art Robotics Laboratory Development // The Technology Interface Journal. Vol. 10. N3. 2010. https://www.researchgate.net/publication/267847344_Promoting_Robotics_Education_Curriculum_and_State-of-the-Art_Robotics_Laboratory_Development.

Ярослав Андреевич Ваграменко,

Ольга Михайловна Карпенко, Георгий Юрьевич Яламов,
Тофик Багаутдинович Казиахмедов,
Тамара Шихгасановна Шихнабиева,
Наталья Вячеславовна Борисова,
Светлана Владимировна Сафонова

**Образовательная робототехника
как инновационная технология обучения**

Монография

Печатается в авторской редакции
Оператор компьютерной верстки И.Ю. Маслова
Дизайн обложки А.Б. Кондратьева

Подписано в печать 11.07.19 Формат 60x90/16
Усл. печ. л. 6,75
Тираж 500 экз. Заказ

0000.043.631.19/07.13

Издательство Современного гуманитарного университета

109029, Москва, ул. Нижегородская, д. 32,
корпус 4, комн. 114
Тел./факс: (495) 926-83-08
E-mail: pr@muh.ru

Отпечатано в ГУП МО «Коломенская типография».
140400, г. Коломна, ул. III Интернационала, д. 2а.
ИНН 5022013940. Тел.: 8(496) 618-69-33, 8(496) 618-60-16