

МБОУ БГО «Борисоглебская гимназия № 1»
г. Борисоглебск Воронежская область

Исследовательский проект

Робот радиационной разведки



Авторы работы:

Степаненко Алиса, обучающаяся 4 «Б» класса

Мячин Никита, обучающийся 3 класса

Руководители:

Степаненко Ольга Владимировна, учитель информатики,

Белюстов Владимир Николаевич, учитель физики,

Мячина Светлана Александровна, педагог-организатор

2016 г.

Оглавление

Аннотация проекта.....	3
Введение.....	3
1. Теоретическая часть.....	4
Роботы на службе ядерной энергетики.....	4
2. Практическая часть.....	8
Модель робота радиационной разведки.....	8
Конструкция робота.....	8
Программа робота.....	12
Результаты и выводы.....	14
Список использованной литературы и Интернет-источники.....	14

Аннотация проекта

Исследовательский проект «Робот радиационной разведки» представляет собой модель технического устройства – робота-разведчика, который будет трудиться в условиях, где обычному человеку находиться опасно. К примеру, робот сможет проникать в зараженные радиацией помещения и делать все необходимые замеры: исследовать объект, передавать удаленно на пульт управления видео в режиме реального времени, находить источник радиации и передавать сигнал, измерять температуру.

Известно, что в 50-х гг. XX века появились первые механические манипуляторы для работы с радиоактивными материалами (они повторяли движения рук человека, находящегося на безопасном расстоянии), в 60-е гг. – дистанционно управляемая тележка с манипулятором, микрофоном и камерой – для обследования зон радиоактивного заражения. В 1962 г. были созданы первые промышленные роботы. Сегодня эти умные машины уверенно «завоёвывают» производство.

Комплексное применение дистанционных радиометрических методов и современной робототехники позволяет обеспечить полную безопасность персонала при проведении радиационных обследований в условиях среднего и высокого уровня радиоактивности.

Для создания модели мы использовали робототехнический конструктор LEGO Mindstorms и дополнительные датчики: датчик температуры, ИК-датчик HiTechnic, ИК-мяч HiTechnic.

Введение

Кто из нас не слышал об энергии тепла, электричества, света, радиоволн и электромагнитного излучения? С раннего возраста нам знакомы энергия движения, земного притяжения и гигантская энергия, таящаяся в недрах Земли. За тысячи лет, с тех пор как в доисторической пещере нашим предком был разведён первый костёр, люди последовательно осваивали все эти виды энергии, старались применить их для своей пользы.

120 лет тому назад учёными были открыты естественные радиоактивные вещества, которые долгие годы способны испускать небольшие порции внутриядерной энергии. В 40-х годах XX века технически передовые страны – СССР, США, Германия – развернули работы по поиску возможностей её использования. При этом пришлось иметь дело с материалами, обладающими радиоактивностью – свойством, опасным для здоровья и жизни человека. Опасными для человека были сами радиоактивные материалы и со временем – использовавшееся оборудование. Ведь радиацию мы не воспринимаем органами чувств. Действие этого излучения можно уловить лишь с помощью специальных приборов. В связи с этим появилась необходимость в создании роботов-манипуляторов.

Атомные электростанции – АЭС – и другие предприятия атомной промышленности по той или иной причине могут стать радиационно-опасными объектами. Специалисты считают, что, если опасную для жизни дозу радиации можно сравнить с размерами футбольного поля, то возможность облучения

обслуживающего персонала АЭС будет соответствовать размеру футбольного мяча, а опасность для населения – размеру мухи. Но если опасность здоровью человека, пусть даже и небольшая, всё же существует, от этого нужно защищаться. А лучшая защита – это защита, основанная на знаниях.

Здесь на помощь человеку может прийти робот радиационной разведки, который предназначен для визуальной разведки, поиска и первичной диагностики опасных предметов.

Сказанное выше подтверждает **актуальность** избранной темы исследования: «**Робот радиационной разведки**».

Цель работы: моделирование робота-разведчика, способного проводить эффективные и безопасные для человека работы по радиационному обследованию объектов: визуальной разведки, поиска и первичной диагностики опасных предметов.

В соответствии с целью были сформулированы следующие **задачи**:

- изучить историю развития робототехнических комплексов, используемых в атомной отрасли, собрать необходимый информационный материал по данной теме;
- изучить принцип работы датчика температуры, ИК-датчика HiTechnic, ИК-мяча HiTechnic и возможность их подключения к микрокомпьютеру NXT;
- разработать модель робота-разведчика, способного самостоятельно перемещаться по помещению, исследовать объект, передавать удаленно на пульт управления видео в режиме реального времени, находить источник радиации (ИК-мяч HiTechnic), передавать звуковые сигналы, измерять температуру;
- найти, скачать и установить дополнительное ПО для работы с датчиками HiTechnic и для передачи потокового видео от сотового телефона, установленного на роботе-разведчике, на планшет;
- разработать программу для автоматической работы робота-разведчика в среде NXT 2.0;
- обработать результаты исследования, сделать выводы и подготовить презентационный материал.

Для решения поставленных задач использовался комплекс **методов**: изучение и анализ литературы по проблеме исследования, в том числе из сети Интернет, сбор информационного материала, его анализ; конструирование модели робота радиационной разведки; обобщение, сравнение, эксперимент; формулирование выводов по результатам исследования.

1. Теоретическая часть

Роботы на службе ядерной энергетики

Сегодня миру нужны надёжные, устойчивые источники получения энергии, при работе которых бы не сбрасывались вредные вещества, загрязняющие атмосферный воздух, почву и водоёмы.

Теплоэлектростанции являются слишком «грязными» источниками, и, кроме того, они работают на природном топливе, запасы которого

невосполнимы. Гидроэлектростанции не везде можно построить – нужна большая полноводная река. Малые ГЭС хотя и перспективны, но их мощности не хватит на снабжение электричеством крупного города. Та же проблема с геотермальной энергетикой. ГеоТЭС «привязаны» к региону с термальными источниками. Электричество, которое производят возобновляемые источники, доступно только когда дует ветер или светит солнце.

Поэтому на сегодняшний день единственным промышленным источником энергии, который способен произвести столько электрической энергии и тепла, сколько необходимо является атомная энергетика.

Однако человеку свойственно бояться того, о чём он не имеет представления. Мы боимся радиации и того, что с ней связано, потому что мало знаем о ней. Хотя именно радиация является незаменимым средством для обнаружения и успешного лечения смертельно опасных заболеваний; ядерная энергия, вырабатываемая на АЭС – это свет и тепло, это работающие в наших домах телевизоры, компьютеры и бытовая техника.

Все живые организмы постоянно испытывают на себе действие природного ионизирующего излучения. Есть даже теория, что возникновение жизни на Земле было связано с воздействием мощных радиационных полей. Наше существование кажется уже невыносимым без использования знаний об энергии атома: почти все передовые страны мира сегодня развивают ядерную энергетiku; а масштабы применения радиации и радиоактивных изотопов в космической технике, медицине, биологии, пищевой промышленности, сельском хозяйстве, геологии увеличиваются с каждым годом.

Вместе с тем на атомных объектах в силу высоких температур или радиации зачастую нет места человеку, либо его появление там возможно только после остановки реактора. В этом случае расширяют человеческое присутствие в опасных и агрессивных средах специальные роботы.

Задачи роботов на АЭС отличаются от задач промышленных роботов, обычно исполняющих повторяющиеся операции. В атомной отрасли работают не роботы в широко принятом определении, а устройства с элементами робототехники, управляемые чаще удаленно, реже – программно. Серийно они не производятся, практически каждый робот уникален. Тем не менее, большинство роботов можно модифицировать в соответствии с задачами.

Первые образцы «атомных» роботов появились еще в 1950-х годах прошлого века, когда американская электротехническая и ядерная компания США Westinghouse разработала механические манипуляторы для работы с радиоактивными материалами, управляемые удаленно. Такой робот по имени Loie, копирующий движения человеческой руки, долго трудился на одном из атомных объектов в Хэнфорде. Другой примитивный робот – Herman, дистанционно управляемая тележка с манипулятором, телекамерой и микрофоном – в 1960 году занимался осмотром местности и сбором проб в зонах высокой радиоактивности. В 1960 – 1970-х годах мир узнал сразу о нескольких роботах. Так, компания Hispano Suiza для ремонта реактора французской АЭС «Шинон» разработала манипулятор ISIS; роботы-

манипуляторы применялись на японских заводах по переработке ОЯТ, а на АЭС Германии много лет использовался подвижный манипулятор MF3, разработанный в компании CMS Technologies.

У первых роботов элементы робототехники чаще были сосредоточены в системе передвижения. Для движения по неровной поверхности применялись гибридные колесно-гусеничные конструкции со сложной кинематикой движения колес. Так, на крыше Чернобыльской АЭС уже в августе 1986 года работал комплекс СТР-1, в котором были использованы наработки ВНИИ «Трансмаш» по самоходному шасси лунохода.



Робот СТР-1

URL:<http://atomicexpert.com/sites/default/files/users/u66/Robots2.jpg>

С развитием робототехники появились роботы, транспортная система которых использовала принципы бионики. К примеру, при создании паукообразного «Магнитохода» с колесами из постоянных магнитов, с 2002 года ползавшего на Чернобыльской АЭС по металлическим стенам саркофага с целью сбора сведений о радиационной обстановке, инженерные решения были позаимствованы у природы. А робот-змея со встроенными в голову камерой и светодиодами, разработанный в университете Карнеги-Меллон, при испытании на выведенной из эксплуатации АЭС «Цвентендорф» (Австрия) пролез в пятнадцатисантиметровый паропровод и выдал четкие записи об «увиденном». В настоящее время перспективы применения на АЭС «лазерных змеев» для инспекции и ремонта паропроводов и других устройств оцениваются довольно высоко.

Развитие специализированных роботов для АЭС продолжилось и в последующие годы. Так, Оук-Риджская Национальная лаборатория разработала роботов для задач по обследованию в ходе очистки и вывода из эксплуатации исследовательского реактора «Чикаго Пайл» (CP-5), расположенного в Аргоннской Национальной лаборатории. В этом случае применили несколько роботизированных систем: рабочую платформу с двумя «руками», гусеничную машину для отбора проб и диагностики, а также подводную систему диагностики, управляемую удаленно.



Робот MIS осматривает внутреннюю часть корпуса реактора в ходе планового ремонта АЭС «Бюже», Франция

URL:<http://atomicexpert.com/sites/default/files/users>

После аварии 1999 года на заводе «Токаимура» в Японии для чрезвычайных ситуаций на атомных объектах были разработаны шесть роботов. Они передвигались на гусеницах, были снабжены манипуляторами и весили более 200 кг. Они должны были открывать двери, открывать и закрывать различные клапаны, переносить тяжести и обеззараживать среду. В последние годы активно ведутся разработки малых роботов для целей осмотра и наблюдения. Разработан высоконадежный PackBot, который хорошо показал себя в реальных катастрофах. Это был первый робот, который вошел в здание реактора «Фукусимы».

Катастрофа на АЭС «Фукусима» стала испытательным полигоном для роботов, которые предложили компании множества стран. Прежде всего, роботы должны были вести поисковые и спасательные работы в условиях завалов, недостатка освещения и в жесткой радиационной обстановке, а также под водой. Фронт их работ на «Фукусиме» состоял в следующем: визуальный осмотр и наблюдения в сухих помещениях и под водой; радиационная разведка; очистка поверхностей; инспекция контролируемых радиоактивных зон; очистка бассейнов охлаждения от грязи и отложений; мониторинг физической среды.

Первыми к работе приступили роботы под названием 510 PackBot компании iRobot (она же производит многим знакомые домашние роботы-пылесосы). Они передавали изображения недоступных для человека зон, а операторы ловили их и записывали. Затем к работе приступили устройства Quince на гусеничном ходу, разработанные в университете Тохоку и Технологическом институте Чикаго.

Также в работу включилась водяная пушка на гусеничном ходу с насосом производства Германии, снабженная противорадиационными щитами, управляемая удаленно при помощи систем Toshiba. На очистных работах трудились еще шесть мобильных роботов, от тяжелых строительных машин до легких машин-наблюдателей, а также легкий погрузчик Bobcat, управляемый дистанционно и снабженный камерами ночного видения, детекторами радиации и тепловизионной системой. Расчисткой завалов занимались и роботы шведской компании Brokk AB.

Помимо трудностей с ловкостью передвижения и управления устройством, роботы на АЭС из-за интенсивного облучения сталкиваются с проблемами надежности беспроводной связи. Ионизирующее излучение может повредить электронику, что приведёт к отказу техники. Устройства, защищенные от радиоактивного излучения, тестируются путем измерения получаемой ими полной дозы до наступления неисправности. Но радиоактивные повреждения носят статистический характер, поэтому «выживание» устройства никогда не гарантируется. Передаваемые роботами изображения здания АЭС «Фукусима», например, искажались по мере приближения устройства к радиационно «горячим» точкам.

Помимо роботов-аварийщиков, существуют разработки, позволяющие проводить инспекции «в мирное время» – без останова реактора и без риска для

операторов. Подводный робот SUSI может плавать в теплоносителе первичного контура реактора, что с помощью ультразвукового и визуального тестирования позволяет осмотреть внутриреакторные конструкции с целью подтверждения безопасности этих компонентов для дальнейшей эксплуатации. JASPER позволяет осуществить безопасную инспекцию стержневой сборки системы управления и защиты ядерного реактора. Новый RANGER для осмотра трубопроводов парогенераторов легко вводится на место, подлежащее осмотру. Однако большинство подобных перспективных разработок, хоть и протестировано, но пока не прошло испытание в условиях аварий или неисправности работы реактора.

Большое значение роботы имеют так же при проведении аварийных нештатных работ на хранилищах высокоактивных РАО и ОЯТ, выводе из эксплуатации ядерных установок, поиске утерянных источников (например, РИТЭГов), ликвидации аварийных ситуаций.

2. Практическая часть

Модель робота радиационной разведки

Конструкция робота

Каркас

Каркас представляет собой прямоугольник, микрокомпьютер NXT размещен по центру на каркасе. На каркасе размещены два больших сервомотора, подключенные к портам В и С. Слева на каркасе расположен сервомотор, подключенный к порту А. На сервомоторе укреплен датчик температуры, который опускается вперед для проведения измерений.



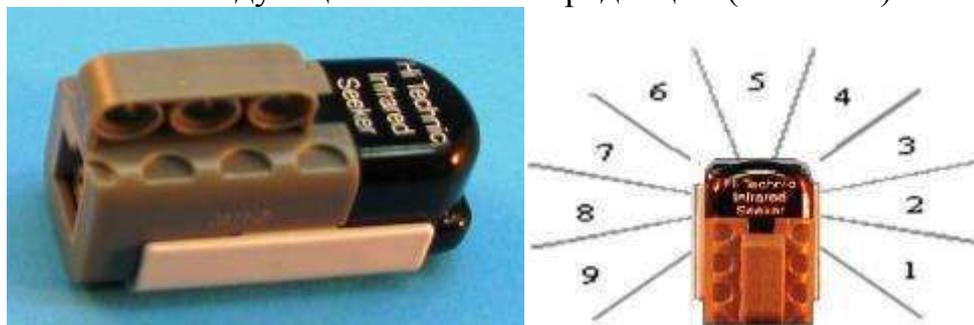
Датчик температуры (слева) и результат измерения на экране микрокомпьютера (справа)

Датчик температуры – это цифровой датчик, работающий от блока NXT. Воспользовавшись программным блоком NXT и программным обеспечением NXT 2000080, можно настроить датчик на две системы измерения температур: в градусах по Цельсию и по Фаренгейту (от -20°C до $+120^{\circ}\text{C}$ / от -4 F до $+248\text{ F}$).

Система поиска радиационного объекта

Для поиска источника радиации (ИК-мяча) спереди робота размещен ИК-датчик, который в инфракрасном режиме обнаруживает зараженный объект, и

датчик ультразвука, который измеряет расстояние до найденного источника радиации. Когда объект находится строго по центру и на расстоянии менее 20 см робот останавливается, опускает «щуп» с датчиком температуры вниз и в течение 10 секунд осуществляет измерение температуры. Результат измерения выводится на экран. Когда измерение закончено робот издает звуковой сигнал и продолжает поиск следующего источника радиации (ИК-мяча).



ИК-датчик (HiTechnic Infrared Seeker)

Данный датчик определяет инфракрасное излучение от различных источников, например ИК-мяча, пульта управления и солнечного света. Угол обзора датчика – 240 градусов. Датчик имеет 5 приемников излучения, что позволяет определять, в какой из 9 зон расположен источник. Кроме числового значения уровня сигнала датчик может определить, обнаружен сигнал или нет.

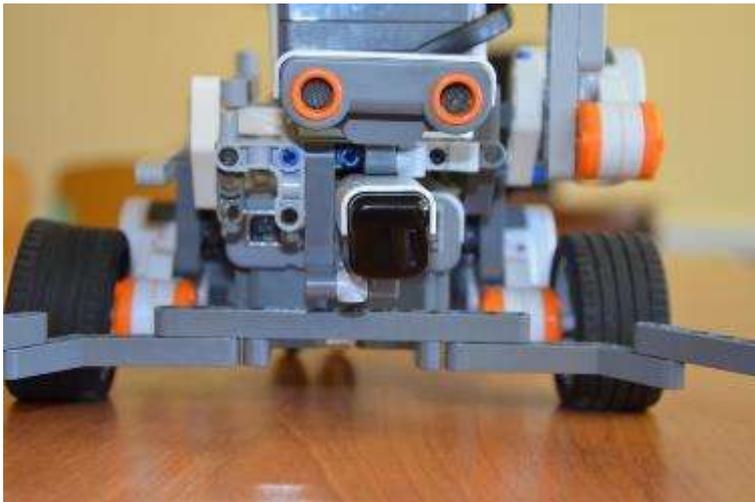


*Источник радиационного заражения –
ИК-мяч (HiTechnic Infrared Electronic Ball)*

Инфракрасный мяч использует 20 инфракрасных излучателей и 4 режима модуляции сигнала, что позволяет роботу уверенно находить мяч. Мяч обладает 2 режимами излучения – 1200 Гц и 600 Гц. Диапазон обнаружения мяча – 5 метров. Мяч хорошо сбалансирован и уравновешен. Для его питания требуется 4 батарейки типа ААА. Для обнаружения мяча робот должен использовать ИК-датчик.



Робот в режиме поиска радиации (слева), в режиме измерения температуры (справа)



Робот радиационной разведки: вид спереди

Система передачи потокового видео

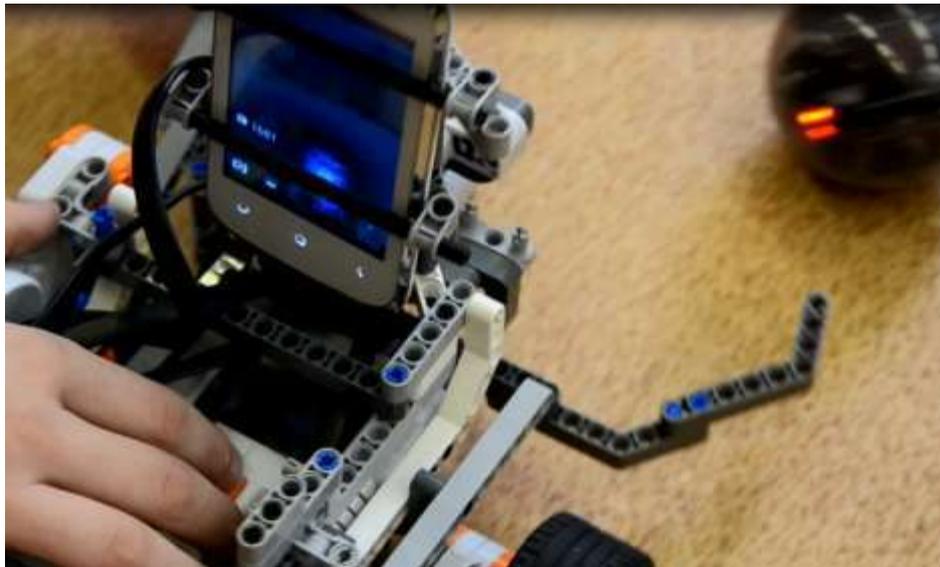
Для передачи видео с обследуемого объекта на роботе установлен сотовый телефон с операционной системой Android, стандартной программой (точка доступа Wi-Fi) и программой IP Webcam. На планшете с операционной системой Android ищем сеть, созданную на сотовом телефоне, и подключаемся. Запуск трансляции производится с планшета. Для этого открываем браузер на планшете и в адресной строке прописываем адрес, который указан на сотовом телефоне во время работы программы IP Webcam.



Подключение приложения IP Webcam

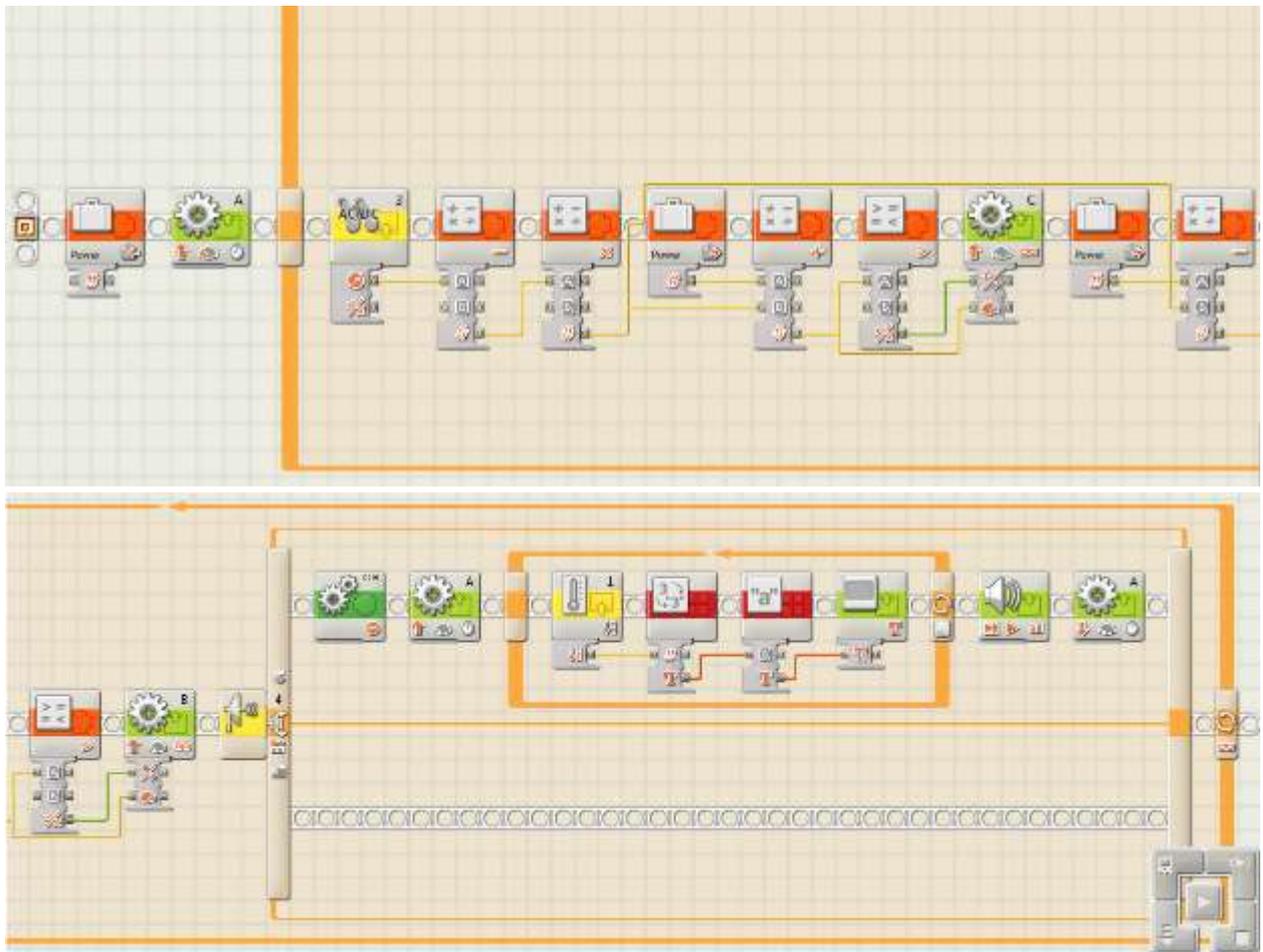
Приложение IP Webcam - это приложение, которое позволяет превратить устройство Android в интернет-камеру со множеством опций, видео с которой можно просматривать через интернет браузер.

IP Webcam позволяет записывать видео в форматах Webm, MOV и MPEG4 (только для устройств с ОС Android 4.1 и выше). Звук записывается в форматах Wav, Opus или AAC (для этого требуется ОС Android 4.1 и выше).



Робот в режиме передачи видео

Программа робота



Описание блоков программы

Переменная Power хранит начальное значение мощности моторов – 50, мотор А в режиме ожидания 0,3 сек. Далее идет цикл, в котором ИК-датчиком осуществляется поиск инфракрасного излучения, идущего от ИК-мяча. Робот поворачивает влево или вправо в зависимости от расположения найденного мяча, как только ИК-мяч находится напротив ИК-датчика (положение 5) и

расстояние до него менее 20 см, то робот останавливается, опускает датчик температуры вниз. Датчик температуры в течение 10 секунд осуществляет измерение температуры и выводит показания на экран микрокомпьютера. После этого робот издает звуковой сигнал «!Error 02» и датчик температуры возвращается в исходное состояние (поднимается вверх). Программа повторяется заново.



Проведение экспериментов



В процессе проведения экспериментов мы убедились в том, робот радиационной разведки способен искать в зараженных радиацией помещениях источник радиации, производить все необходимые замеры: передавать удаленно на пульт управления видео или фото в режиме реального времени найденного источника, измерять температуру в помещении.

Результаты и выводы

В процессе проведения экспериментов и испытания робота приходилось осваивать новое: это и незнакомые алгоритмы программирования, новые блоки и датчики HiTechnic, датчик температуры, дистанционная передача видео с сотового телефона на планшет. После небольших изменений в конструкции робота можно использовать иначе для других задач, например футбол роботов. Мы об этом в начале работы и не догадывались.

В результате работы над проектом мы создали робота радиационной разведки, который способен проникать в зараженные радиацией помещения и делать все необходимые замеры: исследовать объект, передавать удаленно на пульт управления видео в режиме реального времени, находить источник радиации и передавать сигнал, измерять температуру.

Мы уверены, что наши идеи найдут свое применение в процессе разработки роботов для разведки и обследования объектов в условиях высокого уровня загрязнения, особенно при проведении аварийных нештатных работ на хранилищах высокоактивных радиоактивных отходов (РАО) и отработавшего ядерного топлива (ОЯТ), выводе из эксплуатации ядерных установок, поиске утерянных источников (например, радиоизотопных (или реакторных) термоэлектрических генераторов (РИТЭГов), ликвидации аварийных ситуаций.

Список использованной литературы и Интернет-источники

1. Информационный центр по атомной энергии <http://vrn.myaatom.ru/>
2. Казакова И.И., Карпов С.А., Суханова Т.В. Мирный атом. 5 класс. Учебное пособие для 5 класса общеобразовательных учреждений. - Северск: «СИБАТОМКАДРЫ», 2011. – 56 с.
3. Казакова И.И., Карпов С.А., Суханова Т.В. Мирный атом. 6 класс. Учебное пособие для 6 класса общеобразовательных учреждений. - Северск: «СИБАТОМКАДРЫ», 2011. – 56 с.
4. Копосов Д.Г. Первый шаг в робототехнику: практикум для 5-6 классов/Д.Г.Копосов. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 286 с.
5. Копосов Д.Г. Первый шаг в робототехнику: рабочая тетрадь для 5-6 классов/Д.Г.Копосов. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 87 с.
6. Мур Т. Роботы для атомных электростанций. [Электронный ресурс] URL: https://www.iaea.org/sites/default/files/27304393138_ru.pdf
7. Служить и защищать//АТОМНЫЙ ЭКСПЕРТ №1–2 (22–23) 2014. С. 43-49 [Электронный ресурс] URL: http://atomicexpert.com/sites/default/files/ae_1-2.2014_web.pdf
8. Филиппов С.А. Робототехника для детей и родителей. - СПб.: Наука, 2013. – 319 с.