

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

Исследовательский проект

РОБОТ,

ОБСЛУЖИВАЮЩИЙ ЯДЕРНЫЙ

РЕАКТОР АЭС

Автор работы

Степаненко Алиса, обучающаяся 3 «Б» класса

Руководители

Степаненко Ольга Владимировна, учитель
информатики,

Мячина Светлана Александровна, педагог-
организатор

2015 г.

Оглавление

Аннотация проекта.....	3
Введение.....	3
1. Теоретическая часть	4
Ядерный реактор: строение, особенности обслуживания	4
2. Практическая часть	7
Модель крышки ядерного реактора АЭС.....	7
Модель робота, обслуживающего ядерный реактор АЭС.....	8
Конструкция робота.....	8
Программа робота.....	11
Результаты и выводы	13
Список использованной литературы и Интернет-источники.....	13
Приложение	15
Используемые конструкторы.....	15
Используемые контроллеры, моторы, датчики	15
Используемые механические передачи	15

Аннотация проекта

Исследовательский проект «Робот, обслуживающий ядерный реактор АЭС» представляет собой модель технического устройства – манипулятора, изобретенного человеком.

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.

Для создания модели я использовала робототехнический конструктор LEGO Mindstorms. Робот, обслуживающий ядерный реактор, может загружать тепловыделяющие элементы (ТВЭЛы) в технологические каналы и извлекать поглощающие стержни из соответствующих технологических каналов.

Введение

Почти тысячелетний опыт освоения человечеством энергии огня, воды или ветра свидетельствует о том, что процесс высвобождения из кладовой природы различных видов энергии – не такое уж безопасное дело. Поэтому, когда во второй половине XX века человек научился извлекать огромную энергию из атома, требование не оказаться во власти этого «джинна» – стало определяющим в развитии ядерной энергетики. Чтобы максимальная безопасность и получение необходимого количества электроэнергии были удовлетворены без ущерба друг другу, обслуживание ядерного реактора должно быть полностью автоматизированным.

Сказанное выше подтверждает **актуальность** избранной темы исследовательского проекта: **«Робот, обслуживающий ядерный реактор АЭС»**.

Цель работы: моделирование процесса обслуживания ядерного реактора АЭС при помощи робота-манипулятора.

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

- изучить строение ядерного реактора, особенности его обслуживания, собрать необходимый информационный материал по данной теме;
- создать конструкцию, моделирующую крышку ядерного реактора АЭС с отверстиями – технологическими каналами ядерного реактора для введения тепловыделяющих элементов (ТВЭЛов) и поглощающих стержней;
- разработать модель робота, способного загрузить ТВЭЛы в технологические каналы и извлечь поглощающие стержни из соответствующих технологических каналов;

- разработать программу для автоматической работы робота в среде NXT 2.0;
- провести сравнение автоматической работы робота по программе с работой посредством дистанционного управления через планшет;
- 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; моделирование крышки ядерного реактора, ТВЭЛов, конструирование модели робота, обслуживающего ядерный реактор АЭС; обобщение, сравнение, эксперимент; формулирование выводов по результатам исследования.

1. Теоретическая часть

Ядерный реактор: строение, особенности обслуживания

В нашей стране около 17% экологически чистого продукта – электрической энергии, без которой мы сегодня не можем обойтись ни дома, ни в школе, – получают на 10 атомных электростанциях. Из доступных для меня литературных источников и сети Интернет я постаралась узнать о том, как это происходит.

Сначала будущее топливо для АЭС добывают на урановых рудниках. Затем урановую руду перерабатывают на специальных предприятиях и очищают выделенный уран от посторонних примесей. Полученные чистые порошковые соединения урана обогащают и прессуют в виде больших (1 см диаметром) таблеток.

На атомные электростанции свежее топливо поступает с завода-изготовителя в виде, как их называют специалисты, тепловыделяющих сборок. Они представляют собой «пучок» тепловыделяющих элементов (ТВЭЛов) – трубок из металла циркония. Внутри ТВЭЛов находятся таблетки ядерного топлива из химического вещества, который называется диоксид урана. Сами ТВЭЛы заполнены газом гелием и заварены.

В ТВЭЛы ядерное топливо помещают для того, чтобы не было контакта таблеток топлива с водой, которая охлаждает ядерный реактор. Если этого не сделать, то радиоактивное ядерное топливо начнёт растворяться в воде. А это приведёт к повышению ее радиоактивности и ухудшению радиационной обстановки на атомной электростанции.

Атомная электростанция – это очень сложное предприятие. Его «сердцем» является ядерная энергетическая установка – ядерный энергоблок. Главным узлом ядерного энергоблока является ядерный реактор.

В процессе изучения строения ядерного реактора и особенностей его обслуживания я установила, что он состоит из: 1 – ядерное топливо, 2 – замедлитель, 3 – отражатель нейтронов, 4 – защита, 5 – регулирующие стержни.

В ядерный реактор вставляются ТВЭЛы – тепловыделяющие элементы и поглощающие стержни. Перемещение стержней производится дистанционно с пульта управления реактором.

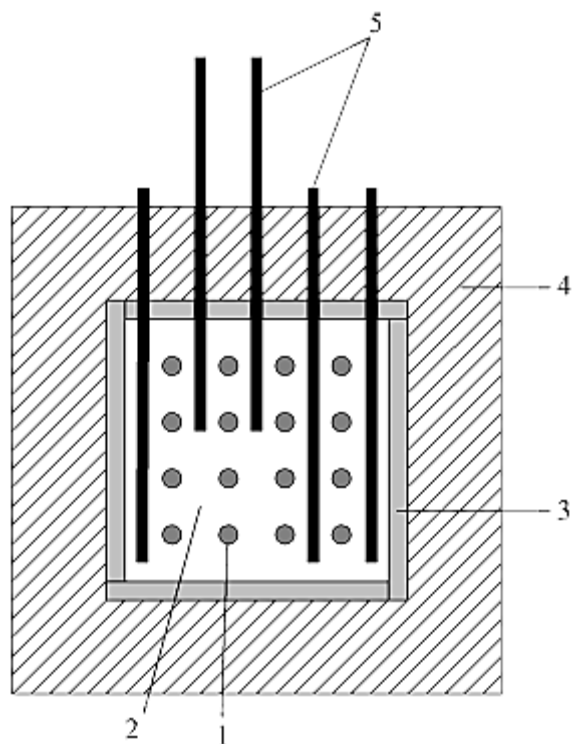


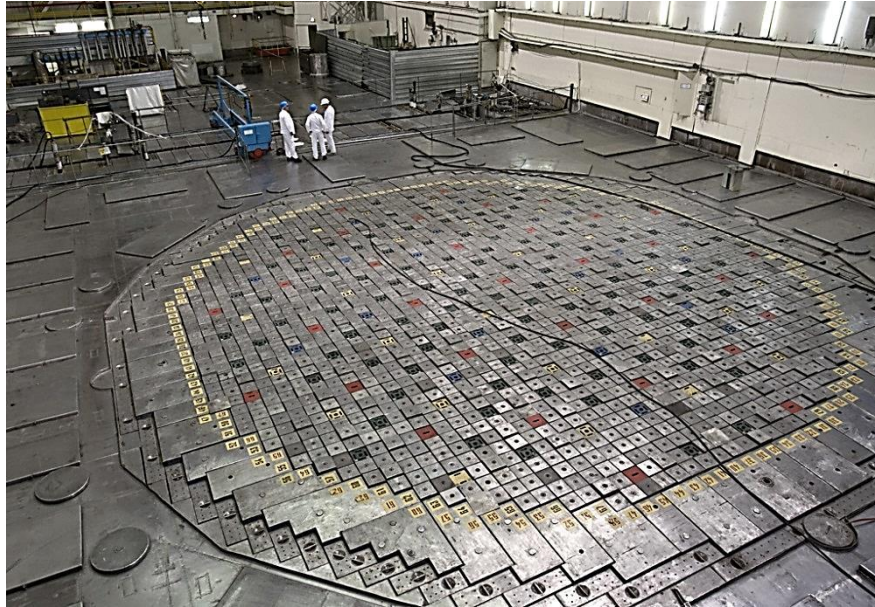
Схема ядерного реактора
 URL: http://nuclphys.sinp.msu.ru/enc/images/im107_1.gif



Устройство ТВЭЛа реактора РБМК:

- 1 – заглушка; 2 – таблетки диоксида урана; 3 – оболочка из циркония;
- 4 – пружина; 5 – втулка; 6 – наконечник

URL: http://machinepedia.org/images/3/38/Rbmk_fuel_rod.png



Наконечники ТВЭЛов на крышке ядерного реактора

URL:

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/8b/RIAN_archive_305011_Leningrad_nuclear_power_plant.jpg/800px-RIAN_archive_305011_Leningrad_nuclear_power_plant.jpg



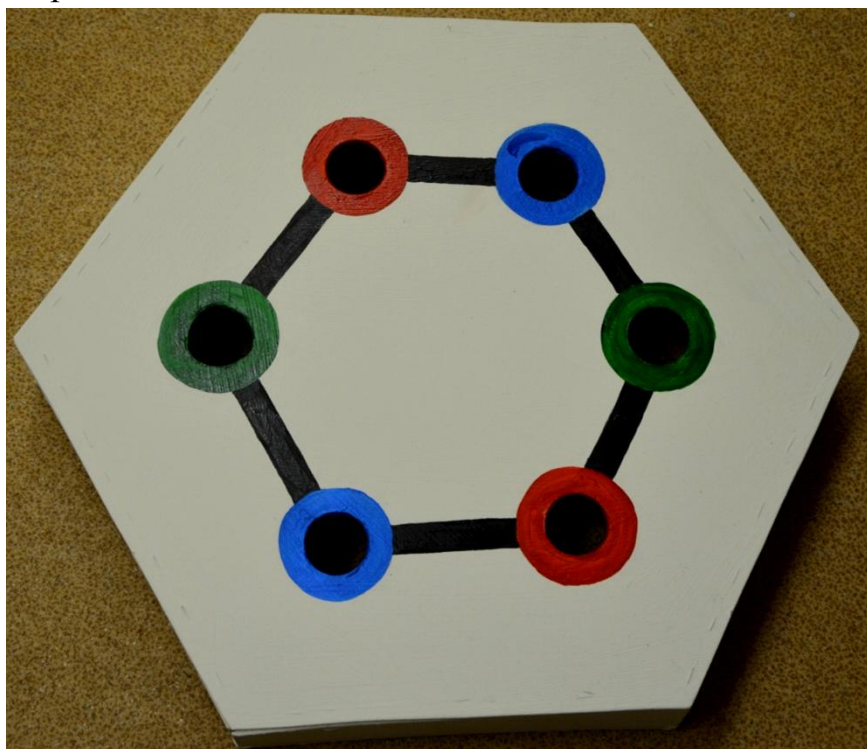
Загрузка топлива на АЭС

URL: http://vrn.myatom.ru/mediafiles/u/files/Biblioteca/Rosatom_buk_QTC.pdf

2. Практическая часть

Модель крышки ядерного реактора АЭС

Крышка реактора выполнена в виде шестиугольника, материал – ДВП, окрашенный в белый цвет. На поверхность крышки реактора нанесена разметка в виде черной линии. В крышке реактора выполнено 6 сквозных отверстий. Данные отверстия моделируют технологические каналы для загрузки ТВЭЛов и поглощающих стержней.



Модель крышки ядерного реактора

Перед началом запуска работа в синие технологические каналы загружены поглощающие стержни. Задача работа загрузить ТВЭЛы в красные технологические каналы и извлечь из синих технологических каналов поглощающие стержни.



ТВЭЛы

Модель робота, обслуживающего ядерный реактор АЭС



Процесс конструирования захвата для манипулятора робота

Конструкция робота

Каркас

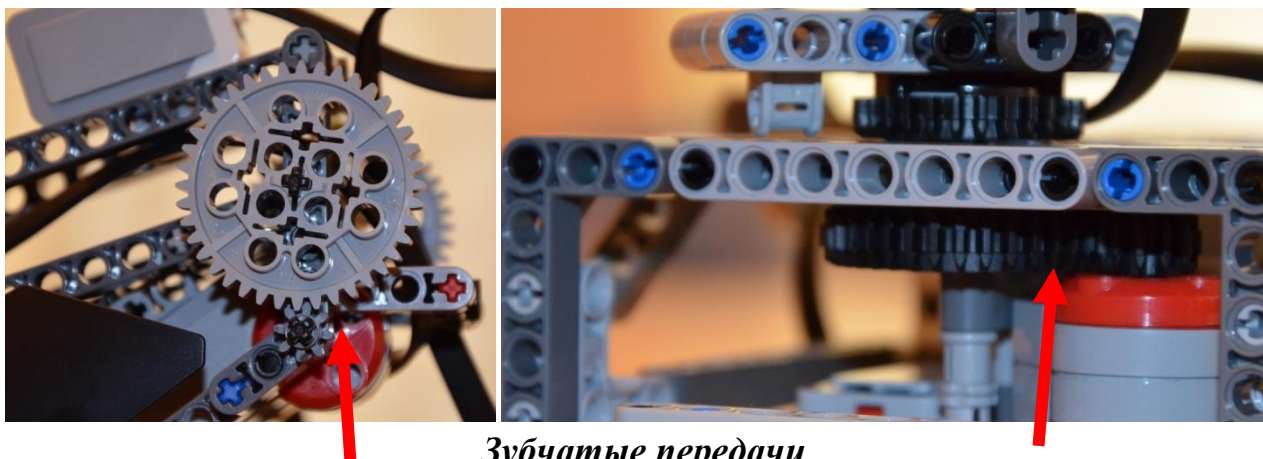
Каркас представляет собой прямоугольник, микрокомпьютер NXT размещен сзади на каркасе. На каркасе размещен большой сервомотор, подключенный к порту С. Спереди робота расположен манипулятор, внизу манипулятора находится датчик касания, ограничивающий поворот манипулятора направо.

Манипулятор

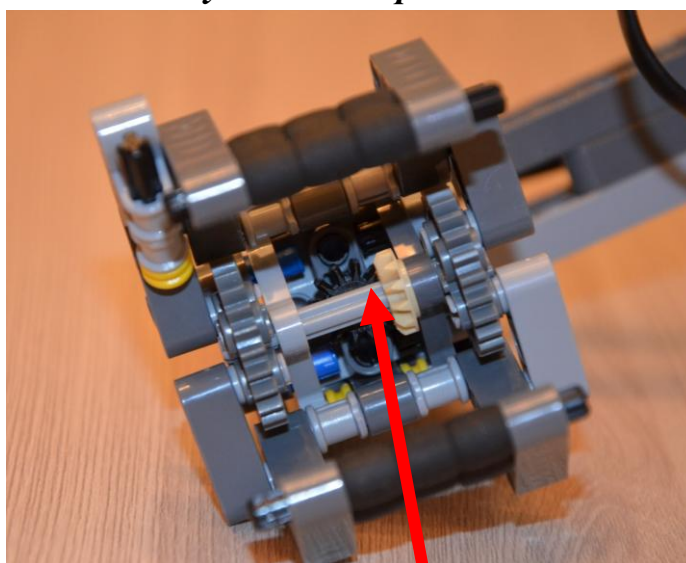
Спереди робота расположен манипулятор. Для поднятия вверх и опускания вниз руки-манипулятора используется большой сервомотор, подключенный к порту В. Для захвата ТВЭЛа используется малый сервомотор, подключенный к порту А. На верху манипулятора расположен датчик цвета.

Благодаря шестерёнкам и трем сервомоторам осуществляется захват ТВЭЛа и дальнейший подъём манипулятора.

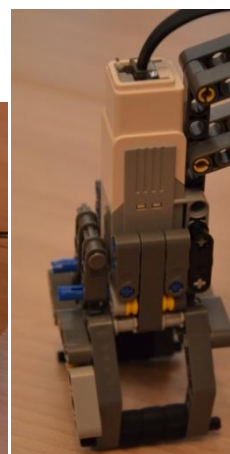
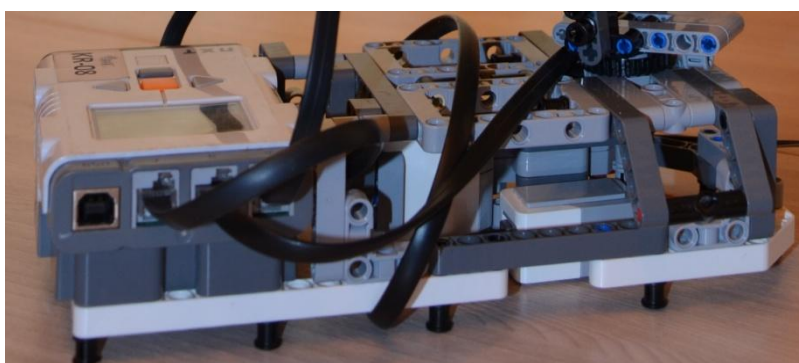
В конструкции манипулятора я использовала зубчатые передачи для усиления поднимающей способности руки-манипулятора и редуктор для захвата.



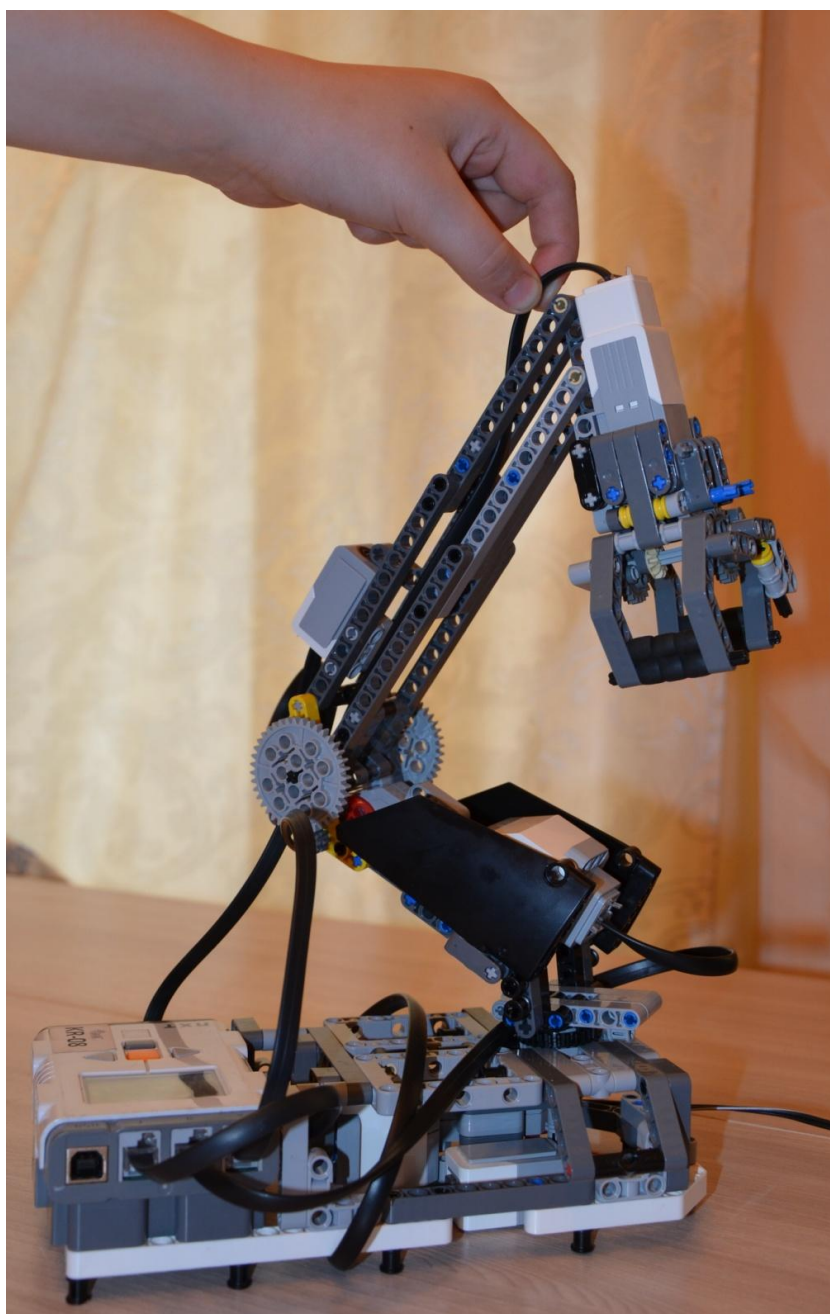
Зубчатые передачи



Редуктор, превращающий горизонтальное вращение сервомотора в вертикальное для захвата и зажима ТВЭЛа



Каркас робота (слева) и захват с малым сервомотором (справа)



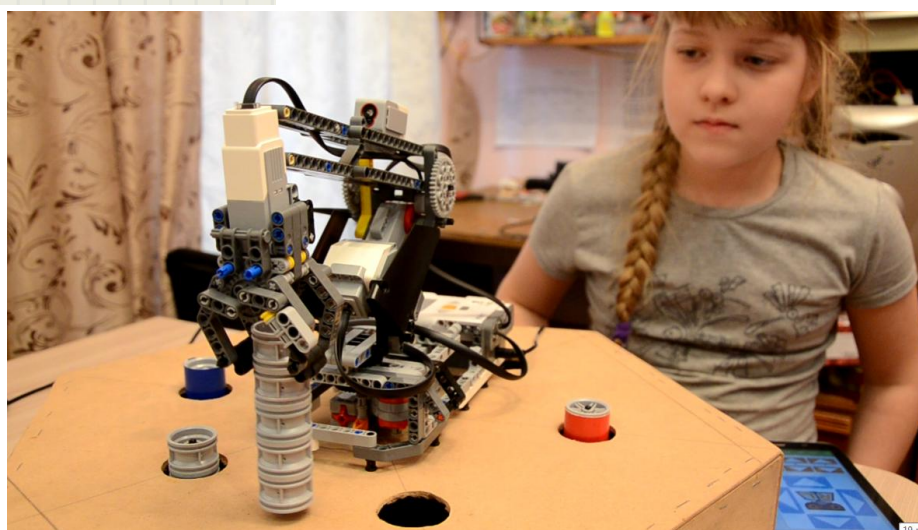
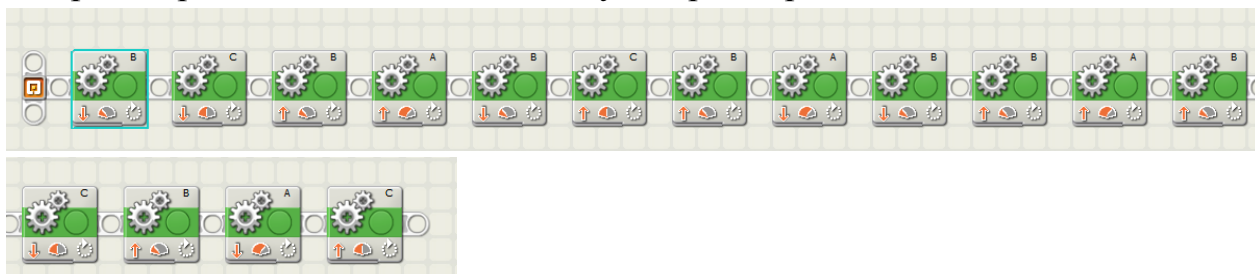
Робот, обслуживающий атомный реактор АЭС

Программа робота



Программируем робота

Программа поворота робота налево, захвата ТВЭЛа, его поднятие, поворот направо, опускание на крышку ядерного реактора между технологическими отверстиями, разжатие, поднятие манипулятора вверх, опускание, захват ТВЭЛа, поднятие, поворот налево и опускание ТВЭЛа в технологическое отверстие, разжатие, поднятие манипулятора вверх:



Робот-манипулятор в режиме захвата ТВЭЛа, расположенного на крышке ядерного реактора

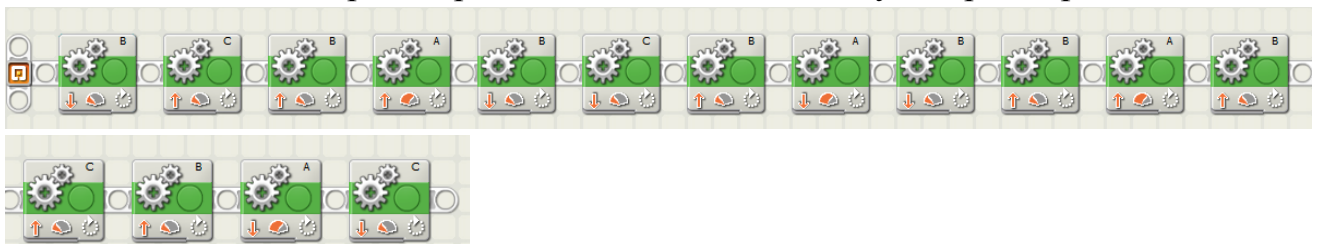


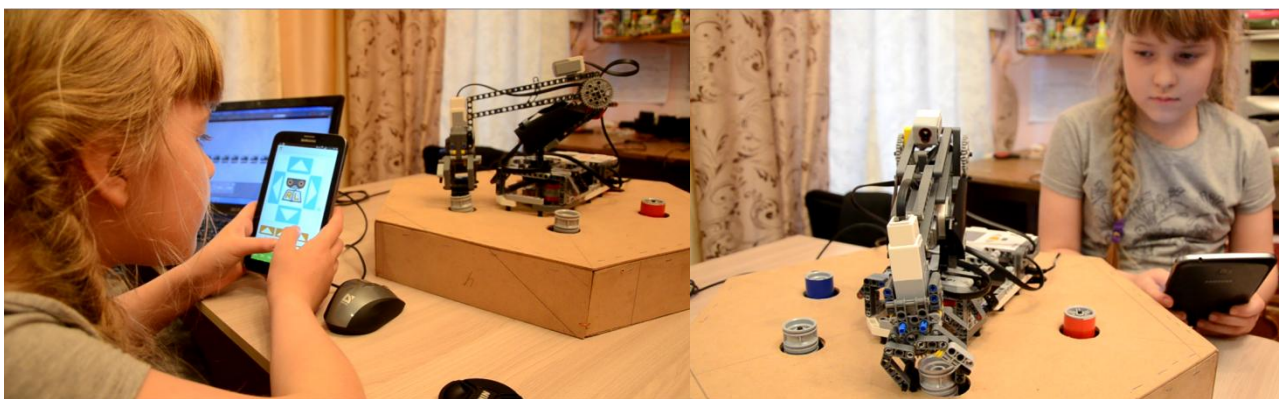
Робот-манипулятор в режиме захвата поглощающего стержня, расположенного в технологическом канале



Робот-манипулятор в режиме переноса поглощающего стержня

Программа поворота робота направо, захвата ТВЭЛа, его поднятие, поворот налево, опускание на крышку ядерного реактора между технологическими отверстиями, разжатие, поднятие манипулятора вверх, опускание, захват ТВЭЛа, поднятие, поворот направо и опускание ТВЭЛа в технологическое отверстие, разжатие, поднятие манипулятора вверх:





Дистанционное управление роботом через планшет

В процессе проведения экспериментов я убедилась в том, что работа робота, обслуживающего ядерный реактора АЭС, самая точная в процессе выполнения программы, написанной на языке NXT, а при дистанционном управлении не всегда точно получается захватить и поднять ТВЭЛ из технологического канала.

Результаты и выводы

В процессе проведения экспериментов и испытания робота приходилось осваивать *новое*: это и незнакомые алгоритмы программирования, и дистанционное управление роботом при помощи планшета, и то, что полученного робота, после небольших изменений в конструкции, можно использовать иначе для других задач. Я об этом в начале работы и не догадывалась.

В результате работы над проектом я создала робота, обслуживающего ядерный реактор АЭС, способного загружать тепловыделяющие элементы (ТВЭЛы) в технологические каналы и извлекать поглощающие стержни из соответствующих технологических каналов ядерного реактора АЭС.

Я уверена, что мои идеи найдут свое применение в процессе автоматизации обслуживания ядерных реакторов АЭС. Созданный мною робот значительно уменьшит вероятность радиационного заражения работников АЭС и обеспечит им безопасный для жизни процесс обслуживания ядерного реактора.

Список использованной литературы и Интернет-источники

1. Акатов А.А. Ядерный топливный цикл – от руды к ОЯТ. [Электронный ресурс] URL:
http://vrn.myatom.ru/mediafiles/u/files/Biblioteca/Rosatom_buk_QTC.pdf

2. Дженжер В.О., Денисова Л.В. Введение в программирование LEGO-роботов на языке NXT-G: учебное пособие для студентов и школьников. /В.О. Дженжер, Л.В. Денисова. – М.: Национальный открытый университет «ИНТУИТ», 2014. – 87 с.
3. Информационный центр по атомной энергии <http://vrn.myaatom.ru/>
4. Карпов С.А. Мирный атом. 9 класс: учебное пособие для 9 класса общеобразовательных учреждений. – Северск: СИБАТОМКАДРЫ, 2011 – 75 с.
5. Копосов Д.Г. Первый шаг в робототехнику: практикум для 5-6 классов/Д.Г.Копосов. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 286 с.
6. Копосов Д.Г. Первый шаг в робототехнику: рабочая тетрадь для 5-6 классов/Д.Г.Копосов. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 87 с.
7. Мур Т. Роботы для атомных электростанций. [Электронный ресурс] URL: https://www.iaea.org/sites/default/files/27304393138_ru.pdf
8. Филиппов С.А. Робототехника для детей и родителей. - СПб.: Наука, 2013. – 319 с.
9. LEGO MINDSTORMS NXT One-Kit Wonders Ten Inventions to Spark Your Imagination. James Floyd Kelly Matthias Paul Scholz Christopher R. Smith Martijn Voogaarts Jonathan Daudelin Eric D. Burdo Laurens Valk BlueToothKiwi. - 1 ноября 2008 г. No Starch Press

Используемые конструкторы

LEGO® MINDSTORMS® NXT v.9797

LEGO® MINDSTORMS® Education EV3

Ресурсный набор LEGO® MINDSTORMS® NXT v.9648

Ресурсный набор LEGO® MINDSTORMS® Education EV3

Используемые контроллеры, моторы, датчики

NXT – 1 шт.



Конструктор

LEGO
Mindstorms
EV3

Средний
сервомотор



1 шт.

Большой
сервомотор



2 шт.

Датчик
касания



1 шт.

Датчик
цвета



1 шт.

Используемые механические передачи

- Зубчатая передача
- Редуктор