

**ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ
АДМИНИСТРАЦИИ ГОРОДА НОВЫЙ УРЕНГОЙ
МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА №17
(МБОУ СОШ № 17)**

**Передвижной исследовательский
комплекс ЯМАЛ-1**

Автор:

Анкушева Людмила

обучающаяся 7 а класса

МБОУ СОШ №17

Научный руководитель:

Подлесных Елена Викторовна

учитель информатики

МБОУ СОШ №17

2015 г.

Аннотация

В работе представлены этапы создания и программирования роботизированной модели исследовательского комплекса «ЯМАЛ-1», которая способна передвигаться по пересеченной местности, выполнять заборы грунта, смешивать химические вещества и механически воздействовать на объекты. С данной моделью произведена интеграция датчиков Vernier, которая превратила конструкцию в модульную естественнонаучную лабораторию для изучения районов Крайнего Севера и Арктики.

Для демонстрации работоспособности комплекса был проведен эксперимент с нестабильным веществом. А в процессе выполнения исследования были зафиксированы данные о состоянии окружающей среды.

Для развития и усовершенствования исследовательского комплекса были поставлены дальнейшие задачи проекта и сделаны выводы.

Оглавление

Введение.....	5
1. Описание этапов и методики проведения исследования.....	8
1.1. Разработка конструкторской модели передвижного исследовательского комплекса.....	8
1.1.1. Сборка несущей конструкции и ходовой части робота	8
1.1.3. Разработка измерительной системы исследовательского комплекса.....	14
1.2. Программирование роботизированного комплекса.....	15
1.2.1. Программирование движения робота	15
1.2.2. Программирование роботизированной руки (манипулятора).....	16
1.2.3. Программирование измерительной системы исследовательского комплекса.....	17
1.3. Экспериментальная часть	19
1.3.1. Подготовка нестабильного вещества для проведения эксперимента.	19
1.3.2. Настройка и запуск робота.....	20
2. Результаты исследования	21
3. Выводы.....	22
Список литературы, ссылки на первоисточники	23

Введение

Новые открытия в нефтегазовой отрасли «уходят» на Крайний Север. Возрастает актуальность освоения недр Арктики и российского шельфа, где сосредоточено около 70% полезных ископаемых и разведаны колоссальные запасы углеводородных ресурсов. При этом следует учитывать не только определяющее значение ресурсов арктических территорий для национальной экономики, но и заселение, закрепление населения на северных территориях с целью национальной безопасности.

Для освоения арктической зоны нужны особые технические и технологические решения аналогов, которых в мировой практике не существует, нужны специалисты, с креативным мышлением для успешного решения инженерных проблем нефтегазового комплекса страны в ближайшем столетии.

Для повышения уровня изученности природных явлений, нанесения на карты зон распространения потенциально опасных природных объектов в северных регионах, на шельфе России и в Мировом океане, представляющих проблемы для освоения ресурсов нефти и газа, необходимо проводить комплексные исследования. В результате исследований сформируется представление о распространении различных природных феноменов (грязевых вулканов¹, сипов нефти и газа, газогидратов и др.), которым уделяется большое внимание при решении научных и производственных задач.

Летом 2014 года на полуострове Ямал, вблизи Бованенковского нефтегазоконденсатного месторождения, был обнаружен огромный загадочный провал в земле неизвестного происхождения. По мнению специалистов, воронка возникла в результате природных процессов, подробности которых еще предстоит уточнить.

Являются ли воронки суши и акваторий Арктики результатом однократного выброса (выхлопа) газа или периодических (многократных) выхлопов

¹ геологическое образование, представляющее собой отверстие или углубление на поверхности земли (сальза) либо конусообразное возвышение с кратером (грязевая сопка), макалуба, из которого постоянно или периодически на поверхность Земли извергаются грязевые массы и газы, часто сопровождаемые водой и нефтью.

из-за постоянного подтока газа из глубины по «газовым трубам», подобно грязевым вулканам? Какие районы и при каких условиях являются наиболее опасными?

На эти важные для безопасного функционирования северных городов и инфраструктуры нефтегазодобывающих комплексов вопросы можно ответить, только проведя специальные геофизические исследования. При размещении нефтегазовых промыслов, трубопроводов и населенных пунктов в районах возможного образования воронок рекомендуется проведение сейсмологических исследований. Кроме того, необходим мониторинг состояния зоны с выявлением существующих и зарождающихся потенциально опасных объектов (булгуннях² и ringo³ и др.) возможных мощных выбросов подземного газа (газовые карманы).

Такие исследования опасны для здоровья и жизни человека, а на сегодняшний день для успешного освоения арктических запасов нефти и газа не хватает современного оборудования и технологий. До того, как начнется реальное освоение арктических месторождений, специалистам различных отраслей промышленности предстоит выполнить гигантский объем работы, в том числе и по разработке новых технологий и оборудования.

Поэтому создание роботов, которые будут проводить исследования районов Крайнего Севера и арктического шельфа без участия человека, является весьма актуальным вопросом.

Гипотеза

Существует ли возможность применения передвижного исследовательского комплекса «ЯМАЛ-1» по решению реальных значимых задач в сфере науки и производства. Будет ли разработка комплекса результативной, если превратить роботизированную конструкцию фактически в модульную естественнонаучную лабораторию путем внедрения датчиков Vernier и создания

² (якутский термин) мерзлотные формы рельефа в виде куполообразных возвышений (высота около 300-400 м) с ледяным ядром.

³ Синоним термина «булгунняхы»

условий подобных реальным путем проведения эксперимента с нестабильными веществами.

Цель проекта: создание робота, который участвует в исследованиях и экспериментах, опасных для здоровья и жизни человека.

Для достижения цели проекта я поставила перед собой следующие задачи:

1. На базе конструкторов Tetrix, Lego Mindstorms NXT, EV3 изготовить конструкцию робота, передвигающегося по пересеченной местности;
2. Создать роботизированную руку, которая способна выполнять забор образцов грунта, смешивать химические вещества и механически воздействовать на объекты;
3. Провести эксперимент с нестабильными веществами;
4. Зарегистрировать данные окружающей среды после выполнения эксперимента.

Объектом исследования является процесс освоения Крайнего Севера и Арктики с помощью роботизированных комплексов.

Предмет исследования – это модель роботизированного исследовательского комплекса, участвующая в исследованиях и экспериментах опасных для здоровья и жизни человека.

Новизна проекта состоит в том, что существует возможность превращения Lego-робота фактически в цифровую естественнонаучную лабораторию. Это становится возможным благодаря использованию адаптера, предназначенного для сопряжения интеллектуального блока робота Minstorms NXT с датчиками Vernier и соответствующего программного обеспечения. Использование такого робототехнического комплекта открывает новые возможности и позволяет использовать как интеллектуальный блок NXT, так и самого Lego- робота для проведения многочисленных экспериментов в самых разных областях.

Методы исследования

Теоретические методы: определения проблем, формулирования гипотез и оценка собранных фактов.

Экспериментальный метод: Сборка конструкторской модели, проверка работоспособности исследовательского комплекса для выявления его эффективности. Проведение серии экспериментов по получению данных об уровне кислотности и электрической проводимости среды. Анализ данных.

1. Описание этапов и методики проведения исследования

1.1. Разработка конструкторской модели передвижного исследовательского комплекса

Первым этапом исследования стала разработка конструкторской модели передвижного исследовательского комплекса.

1.1.1. Сборка несущей конструкции и ходовой части робота

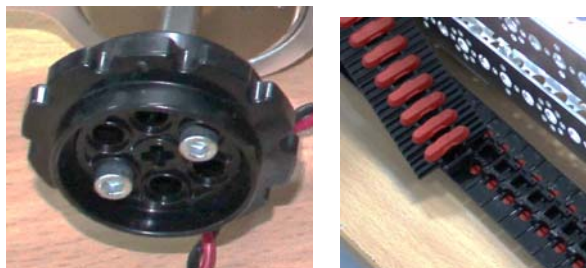
В связи с тем, что робот будет выполнять различные исследовательские функции: выполнять забор грунта, нести на себе большое количество датчиков, продолжительное время находиться в тундре, то нам понадобится крепкий корпус, мощные приводные моторы и емкие аккумуляторы, поэтому для создания несущей конструкции я использовала конструктор Tetrix.

Набор TETRIX полностью совместим с платформой LEGO Mindstorm. В качестве контроллера используется микрокомпьютер NXT. Это позволяет подключать к нему любые датчики компании Lego. TETRIX отличается от Lego Mindstorms тем, что все детали сделаны из металла.



Хотя колесные роботы и могут передвигаться с большей скоростью, их использование бывает не всегда удобным, особенно в условиях очень плохих дорог, в болотистой или заснеженной тундре. При движении робота на колесном ходу по мягкому или болотистому грунту колеса давят на него с большим усилием, постепенно зарываются в грунт, и, в итоге, робот полностью увязает в нем. Избежать такого положения возможно, если применить гусеницы вместо колес. Изменяя площадь взаимодействующих поверхностей, мы изменяем и давление. При увеличении площади давление уменьшается, при уменьшении площади давление увеличивается. Эта закономерность широко применяется в повседневной работе, в механизмах и инструментах. Несмотря на то, что скорость робота значительно снизится, его проходимость увеличится, и он сможет пройти там, где колесный робот намертво увязнет.

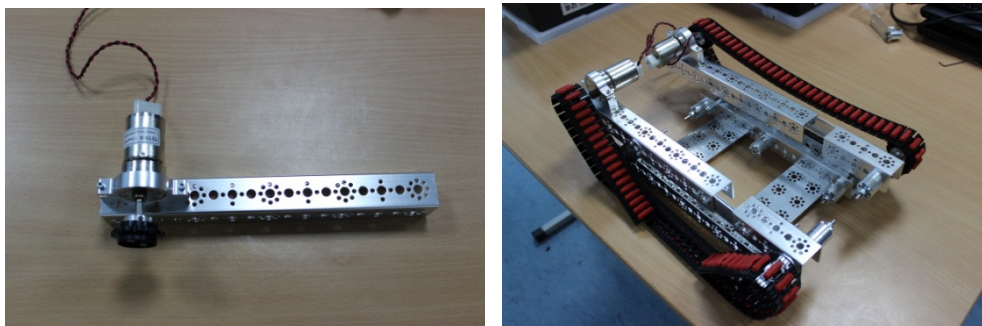
Создавая своего робота для исследования северных широт и Арктики, я предположила, что его проходимость на гусеницах будет наиболее высокой. Для изготовления гусениц мне понадобились детали конструктора Lego Mindstorms EV3.



Создавая несущую конструкцию, я установила два электромотора, блок управления электромоторами постоянного тока и контроллер серводвигателей HiTechnic.



Чтобы установить моторы, я воспользовалась муфтой для крепления двигателя постоянного тока (хомут, два крепёжных винта и две гайки).



На следующем этапе был произведен монтаж системы электроснабжения:

1. Установка аккумуляторной NiMH батареи (12 В). Батарея обеспечивает продолжительное бесперебойное электропитание моторов и электронных схем.



2. Батарея электропитания соединяется с двигателями с помощью кабеля питания. Кабель питания двигателя постоянного тока содержит термopредохранитель, который защищает электромотор в случае перегрузки по току при чрезмерных нагрузках или в нештатных ситуациях.



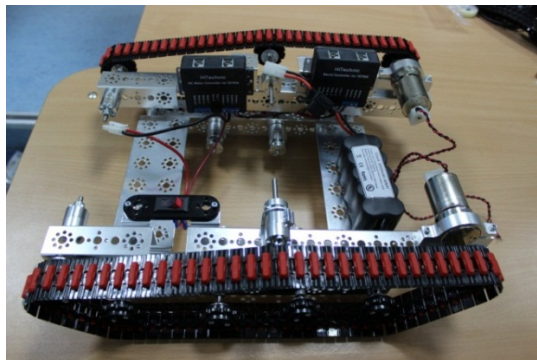
3. Монтируется выключатель питания. Он включает и выключает питание робота от аккумуляторной батареи. Для упрощения монтажа совместно используется накладка для установки выключателя.



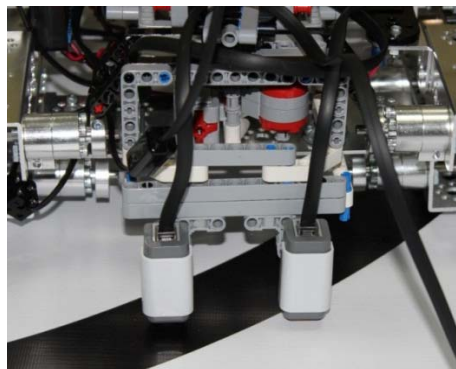
На следующем этапе производится монтаж блока управления электромоторами постоянного тока, который подсоединяют к разъёму для подключения датчиков.



Блок управления имеет два выхода, соединённых Н-мостом⁴, что позволяет управлять скоростью и направлением вращения двух электродвигателей постоянного тока, предназначенных для установки на роботы TETRIX.

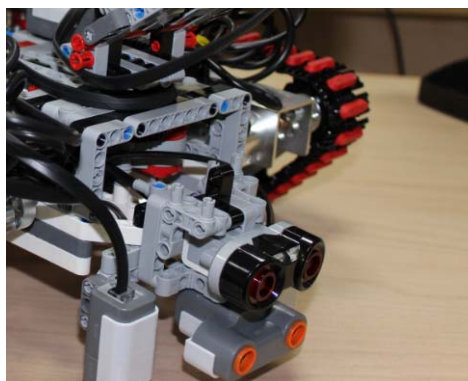


Для того чтобы робот мог передвигаться по заданной траектории, он был оснащён двумя датчиками освещённости.



⁴ - это электронная схема, которая дает возможность приложить напряжение к нагрузке в разных направлениях. Эта схема очень часто используется в робототехнике и игрушечных машинах, чтобы изменять направление вращения мотора. Н-мосты представлены в виде интегральных схем, а также построенных из отдельных радиодеталей.

Для ориентации в пространстве на будущем исследовательском комплексе я установила два ультразвуковых датчика. Один датчик участвует в движение робота, а второй отвечает за действия манипулятора.



Устойчивость машины будет обеспечиваться за счет ее собственного веса. Комплексы такого типа способны обеспечивать довольно хорошую проходимость в местах с крутыми откосами.

Теперь ходовая часть готова, переходим ко второму этапу.

1.1.2. Создание манипулятора (робо-руки)

Руку человека с ее хватательной способностью, смоделировать довольно сложно. Но мне удалось разработать манипулятор (робо-руку), способный выполнять забор проб грунта для анализа или транспортировки их в лабораторию.

Для создания роботизированной руки мне понадобился конструктор Lego Mindstorms EV3:

- ✓ Программируемый блок EV3

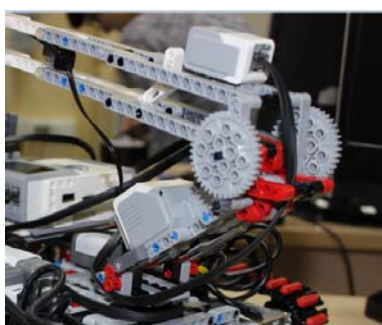


- ✓ Три сервомотора (два больших и один средний)

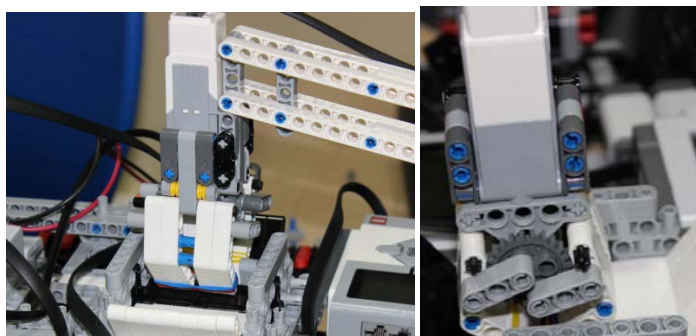
За счет первого (большого) мотора осуществляется поворот конструкции вокруг своей оси.



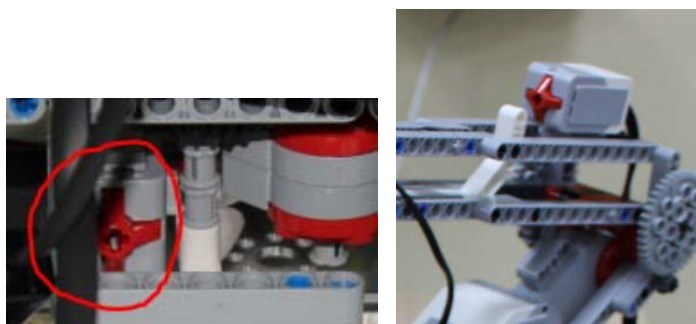
Второй мотор обеспечивает поднятие и опускание манипулятора.



Средний мотор отвечает за хватательную способность (сжатие и разжатие). Из-за относительно небольших размеров данный мотор сохраняет точность и обладает более быстрой реакцией, однако в мощности такой мотор уступает большому мотору.

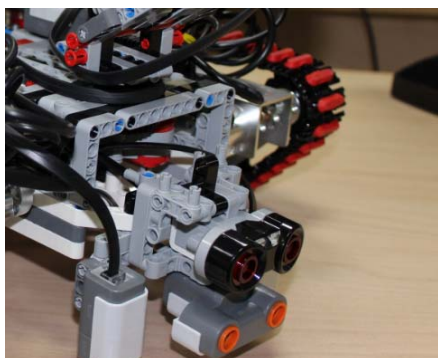


Для создания программного управления роботизированной рукой мне понадобились два датчика касания.



Они отвечают за корректировку действий, выполняемых манипулятором.

Запуск манипулятора осуществляется с помощью ультразвукового датчика.



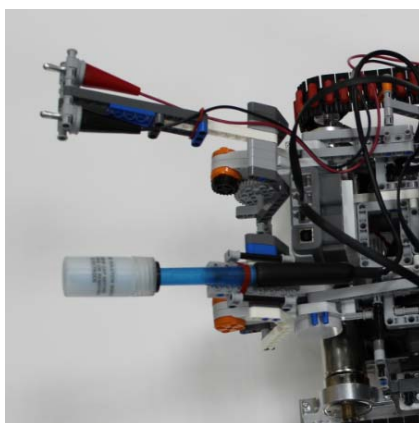
Среди возможных задач, которые в будущем могут решаться с помощью роботизированной руки - это дистанционное обезвреживание взрывных устройств и участие в операциях по спасению.

1.1.3. Разработка измерительной системы исследовательского комплекса

Для превращения робота в естественнонаучную исследовательскую лабораторию необходимо оснастить его датчиками, при помощи которых можно проводить замеры показателей окружающей среды.

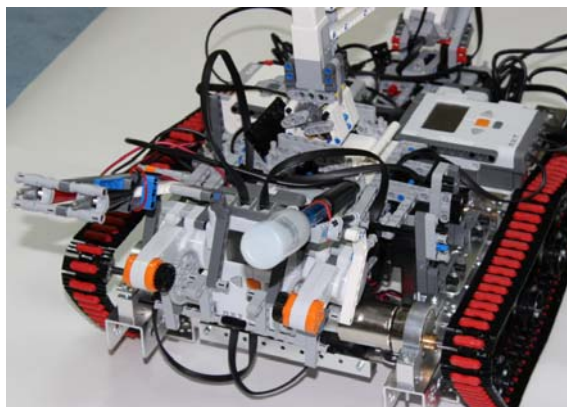
В нашем случае я использовала датчики Vernier: датчик pH (кислотности) и датчик напряжения дифференциального типа (± 6 В).

Эти датчики подключены к блоку NXT через адаптеры NXT для датчиков Vernier.



В конструкцию также входит датчик, предназначенный для измерения давления атмосферного воздуха. Его можно использовать в качестве высоотомера. Диапазон измерений: 81–106,4 кПа (608–798 мм рт. ст.).

Для проведения измерений датчики кислотности и напряжения закреплены таким образом, чтобы была возможность сделать замеры не только в воздухе, но и в почве, в воде и других средах. При помощи двух сервомоторов датчики по очереди опускаются, производя регистрацию данных и возвращаются в первоначальное положение.



В итоге мы получили модель передвижного исследовательского комплекса ЯМАЛ-1, которая была собрана из 3-х различных наборов конструкторов: EV3, NXT и Tetrrix. Конструкция оснащена современным оборудованием для проведения исследований в северных регионах и Арктике.

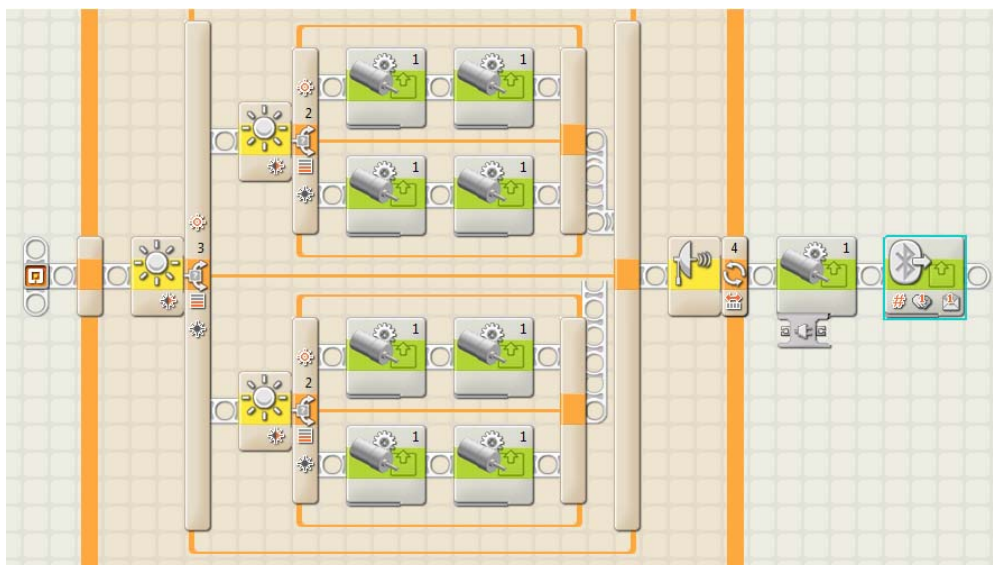
1.2. Программирование роботизированного комплекса

1.2.1. Программирование движения робота

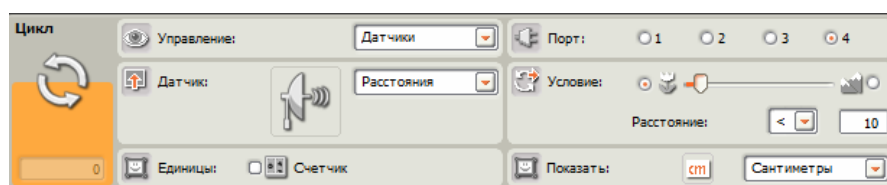
Для того чтобы исследовательский комплекс смог передвигаться по пересеченной местности, я оснастила конструкцию двумя датчиками освещенности, располагающимися по разные стороны от линии и, соответственно, помогающие роботу более оперативно реагировать на изменение направления движения.

В структуре программы расположены два блока «переключатель», которые выполняют функцию условия. Первым начинает опрашиваться датчик, который подключен к порту №3 блока NXT1. Вторым будет опрашиваться датчик освещенности, подключенный к порту №2. Получившиеся две ветви я наполнила блоками движения, которые выполняют однократную корректировку курса. Но программа должна проверить, не изменились ли показания, чтобы соответствующим образом подправить поведение моторов, а через

мгновение еще раз, еще и т.д. Поэтому я поместила основную конструкцию в цикл, обеспечивающий повторяющуюся проверку.



Цикл будет выполняться до достижения условия. Расстояние < 10 см.



После выхода из цикла последует полная остановка робота.

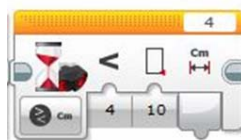


После остановки робота по каналу Bluetooth NXT1 отправляет сообщение на NXT2 для запуска программы регистрации данных.



1.2.2. Программирование роботизированной руки (манипулятора)

Программа для манипулятора построена таким образом, что она ожидает наступления события - это изменение показаний датчика расстояния (ультразвукового датчика).



Расстояние между роботом и импровизированной экспериментальной площадкой должно стать <10 см, после чего произойдет запуск робо-руки.

В работе механизма прослеживается следующая последовательность:

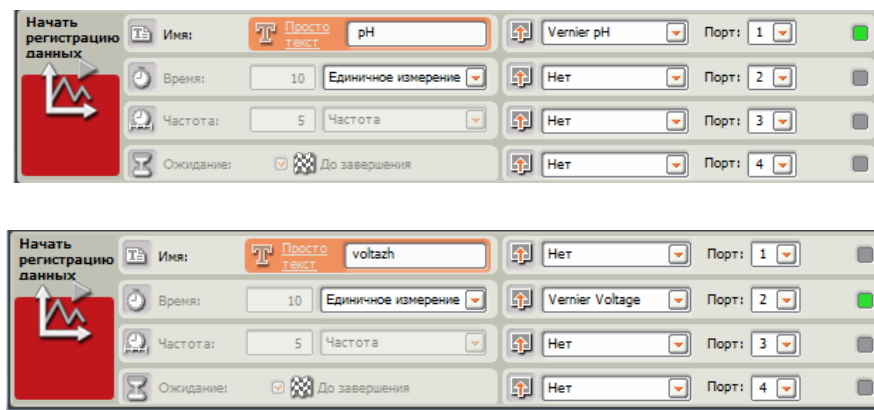
- ✓ Мотор «В» выполняет подъем манипулятора.
- ✓ Мотор «С» поворачивает манипулятор в направлении расположения площадки, а мотор «D» выполняет разжатие и высвобождение содержимого, находящегося в «руке».
- ✓ После чего мотор «С» выполняет поворот, но теперь уже в обратном направлении, а мотор «В» опускает роботизированную руку в начальное положение.



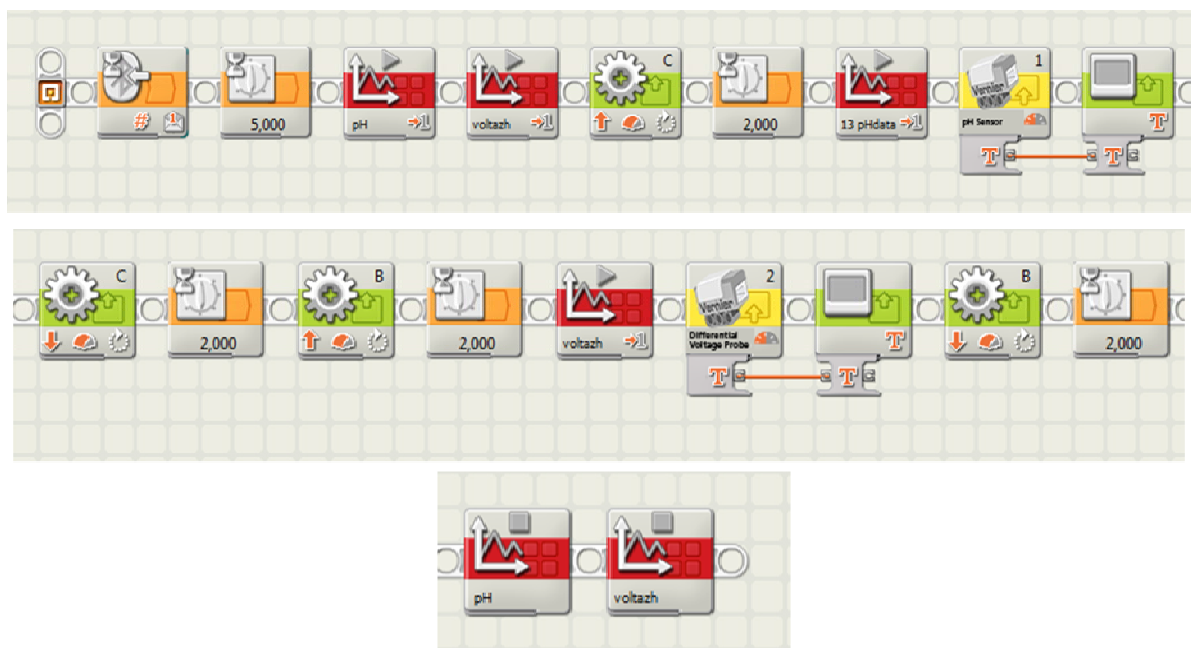
1.2.3. Программирование измерительной системы исследовательского комплекса

Данная программа предназначена для блока NXT2. Она отвечает за регистрацию данных после проведения эксперимента.

Программа ожидает поступления сообщения по каналу Bluetooth. Далее идет блок Wait (Ожидать 5 секунд). Помещаем в цепочку формирования программы блок Start Datalog. С его помощью после поступления сообщения начинается регистрация данных датчиком РН кислотности и электрической проводимости.



После чего срабатывает мотор «С» и опускает датчик для замера показаний с поверхности, на которой находится робот. Робот ждет 2 секунды и выводит показания на дисплей в виде текстового сообщения. Мотор «С» возвращает датчик в первоначальное положение и через 2 секунды запускает мотор «В», чтобы выполнить аналогичные измерения при помощи второго датчика. Полученные показания датчика напряжения также выводятся на дисплей в виде текстового сообщения, затем датчик возвращается в первоначальное положение.



Цепочка программы завершается блоками остановки регистрации данных с датчиков РН и напряжения.

Особенность программного принципа управления исследовательским комплексом заключается в синхронизации работы двух блоков NXT и блока EV3.

1.3. Экспериментальная часть

1.3.1. Подготовка нестабильного вещества для проведения эксперимента

Для демонстрации работоспособности исследовательского комплекса создадим условия подобные реальным. Для проведения эксперимента мне понадобилось нестабильное вещество, которое разлагается при механическом воздействии на него.

Такое вещество открыл французский химик Жорж Симон Серюлла (1774–1832), который увлекался получением неустойчивых химических веществ.

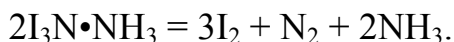
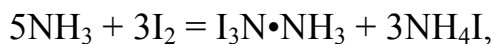
Для получения чувствительного к прикосновению вещества нужно: в фарфоровую чашку налить 6–8 мл концентрированного водного раствора аммиака NH_3 и добавить к нему не более 0,5 г порошка йода I_2 при непрерывном помешивании. Образовавшийся темно-коричневый осадок моноаммиаката нитрида йода $\text{I}_3\text{N} \cdot \text{NH}_3$ взбалтывают в растворе и выливают на фильтр, а осадок промывают ледяной водой, затем охлажденным во льду этиловым спиртом для удаления не вступившего в реакцию избыточного йода.



После этого промывают осадок диэтиловым эфиром, тоже охлажденным во льду, и затем раскладывают осадок для сушки небольшими порциями (по объему не больше пшеничного зерна) на отдельные бумажки, чтобы больше уже не трогать их с места: после высыхания вещество становится очень

опасным. Достаточно прикоснуться к сухому нитриду йода (не рукой, а длинной палочкой!), как он взрывается, выделяя буро-фиолетовые пары йода.

Получение и разложение нитрида йода (точнее, соединения нитрида йода с аммиаком) протекают в соответствии с реакциями:



1.3.2. Настройка и запуск робота

1. Установим «ЯМАЛ-1» на поле, созданное своими руками и имитирующее ландшафт местности, на которой проходят исследования.
2. В конце поля поместим емкость, в которой будет находиться салфетка с сухим нитридом йода.
3. Для того чтобы механически воздействовать на нестабильное вещество, я воспользовалась пластиковым шариком из конструктора Lego Mindstorms NXT. Его необходимо поместить в механический щуп робота.
4. Включаем питание робота нажатием кнопки на корпусе.



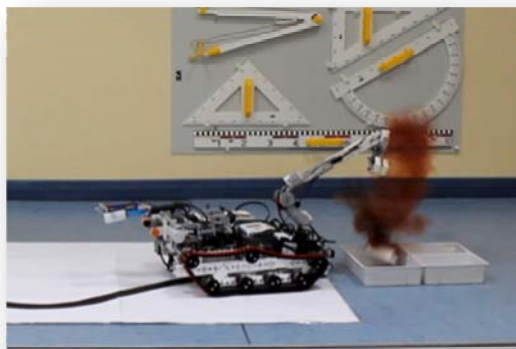
5. Запускаем блоки NXT1, NXT2 и EV3.
6. Устанавливаем Bluetooth-соединение между блоками NXT1 и NXT2.
7. Производим запуск программ на NXT1- line.rbt, на NXT2- datchiki_ph_voltazh.rbt и на EV3- ruka_yamal1.ev3. Приложение №1

Теперь робот готов к запуску. (Приложение №2 [видео «ЯМАЛ-1»](#))

Робот начнет движение по полю, корректируя свою траекторию с помощью двух датчиков освещенности. Когда расстояние между роботом и емкостью, в которой находится салфетка с сухим нитридом йода, станет меньше 10 сантиметров, сработают ультразвуковые датчики и запустят программы на блоках NXT2 и EV3, после чего робот выполнит полную остановку.

Запущенная программа на блоке EV3 приведет в движение роботизированную руку, которая выполнит сброс пластикового шарика на салфетку с нестабильным веществом.

После механического воздействия на нестабильное вещество произойдет его разложение и выделится облако фиолетового цвета.



Затем робот выполнит замеры кислотности и электрической проводимости окружающей среды и выведет показания на дисплей блока NXT2.

2. Результаты исследования

Мной была создана конструкторская модель передвижного исследовательского комплекса «ЯМАЛ-1», которая способна передвигаться по пересеченной местности, выполнять заборы грунта, смешивать химические вещества и механически воздействовать на объекты.

Интеграция датчиков Vernier превратила роботизированную конструкцию в модульную естественнонаучную лабораторию для изучения районов Крайнего Севера и Арктики.

Для демонстрации работоспособности комплекса мной был проведен эксперимент с нестабильным веществом. Также в процессе выполнения исследования были зафиксированы данные о состоянии окружающей среды.

«Ямал-1» способен выполнять исследования, опасные для жизни и здоровья человека.

В результате проведенной работы все цели и задачи были мной реализованы.

Для развития и усовершенствования исследовательского комплекса «ЯМАЛ-1» мной были поставлены дальнейшие задачи проекта:

- ✓ Разработка газоанализатора и интеграция его с системой робота.
- ✓ Создание системы дистанционного управления

3. Выводы

Научно-технические возможности позволили людям активнее внедряться в высокоширотные районы Земли, изучать их и использовать в различных сферах своей деятельности. Россиянам в Арктике приходится действовать в условиях жесткой конкуренции. Поэтому нет альтернативы в государственной политике развития арктического региона, который представляет часть России как северной страны и определяет её национальную безопасность.

Применяя подобные комплексы по решению реальных значимых задач в сфере науки и производства, можно ускорить процесс освоения Крайнего Севера и Арктики, что является важнейшей задачей на сегодняшний день.

Список литературы, ссылки на первоисточники

«Исследования окружающей среды с VERNIER® И LEGO® MINDSTORMS® NXT» Серия «Научно - техническое творчество учащихся. Робототехника». Перевод книги американской компании Vernier. Суранов А. Я. научный редактор книги

<http://www.dissercat.com/content/osvoenie-arktiki-i-narody-severo-vostoka-azii-xix-30-e-gody-xx-vv>

<http://www.evengusev.narod.ru/enlit/bogoyavlensky-2014.html>

<http://www.otr-online.ru/kino/posadka-kosmicheskogo-apparata-31363.html>

<https://him.1september.ru/article.php?ID=200101402>

https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B8%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%B4_%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%BE%D0%B4%D0%B0

<http://nnxt.blogspot.ru/2013/03/xi.html>