



Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение  
средняя школа №59 «Перспектива» г.Липецка

## Инженерная книга

# «АВТОМАТИЗАЦИЯ ДОБЫЧИ НЕФТИ В УДА- ЛЕННЫХ МЕСТАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВОЗ- ОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ КОМАНДА ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ «ПЕРСПЕКТИВА»



Состав команды:

Канадчиков Иван  
Рыжков Егор

Тренерский состав:

Паршинцев Дмитрий Валерьевич-  
заместитель директора,  
учитель информатики,  
МАОУ СШ №59 «Перспектива» г.Липецка

г. Липецк, 2021 год.

## Оглавление

1. Визитка команды.....	4
1.1 Населенный пункт.....	4
1.2 Организация .....	4
1.3 Члены команды .....	5
1.4 Тренеры .....	6
2. Идеи и общее содержание проекта .....	7
3. Взаимодействие с предприятием.....	10
3.1 Знакомство с историей ПАО «Газпром Нефть» .....	10
3.2 Знакомство с технологией добычи нефти .....	11
3.3 Знакомство со станцией ПАО «Газпром Нефть .....	13
3.4 Экскурсия.....	15
4. 4. Технологическая часть проекта .....	17
4.1 Из истории вопроса, попытки решить проблемы раньше .....	17
4.2 Этапы работы над проектом .....	17
4.3 Цели для каждого этапа, выполненные работы, результаты.....	18
4.4 Первоначальные варианты решения проблемы «за» и «против» ....	20
4.5 Выбранный вариант, обоснование выбора.....	21
4.6 Схема размещения механизмов на автоматизированном участке ...	22
4.7 Описание конструкции механизмов, их частей .....	22
4.8 Описание взаимодействия механизмов .....	25
4.9 Описание программного обеспечения .....	26
Список литературы .....	27

## **1. Визитка команды Липецкой области «ПЕРСПЕКТИВА»**

### **1.1 Населенный пункт**

Липецк - столица Липецкой области, крупный административный, промышленный и культурный центр с населением более полумиллиона человек. Расположен в европейской части страны в 450 километрах к югу от Москвы. Занимает территорию 320 км<sup>2</sup>.

Липецк — современный и динамично развивающийся город. Он известен в России и за рубежом как крупный производитель стали и проката, белой техники, соков и минеральной воды, как центр подготовки асов отечественной авиации. Здесь сосредоточены предприятия, которые своей успешной работой обеспечивают социальную стабильность всей области: флагман отечественной металлургии Новолипецкий комбинат и старейшая в отрасли металлургическая компания "Свободный сокол", заводы компании "Индезит", выпускающие холодильники и стиральные машины. Создан мощный потенциал строительства и стройиндустрии - действуют заводы по производству цемента, силикатных изделий, железобетонных перекрытий, пластиковых окон. Широко представлена пищевая, перерабатывающая, легкая промышленность, насыщен предприятиями торговли потребительский рынок.

### **1.2 Организация**

Наша команда представляет Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение средняя школа №59 «Перспектива» г.Липецка, расположенное по адресу: 398055, Липецкая область, город Липецк, проезд Сержанта Кувшинова, тел.8(4742) 324566.

### 1.3 Члены команды



- **Рыжков Егор**, воспитанник МАОУ СШ №59 «Перспектива» г.Липецка. Увлекается робототехникой, конструированием и инженерным делом, Главный программист, разработчик, капитан команды;
- **Канадчиков Иван**, воспитанник МАОУ СШ №59 «Перспектива» г.Липецка. Увлекается робототехникой, программированием и конструкторами LEGO. Инженер-конструктор.

## 1.4 Тренеры



- **Паршинцев Дмитрий Валерьевич**, заместитель директора, учитель информатики МАОУ СШ №59 «Перспектива» г.Липецка. Магистр по направлению «Управление в технических системах». Закончил Липецкий Государственный Технический Университет (ЛГТУ), факультет автоматизации и информатики (ФАИ), кафедра информатики.

## 2. Идея и общее содержание проекта

С необходимостью строительства собственной энергетической инфраструктуры сталкиваются все нефтегазовые компании, работающие в труднодоступных регионах. Применяя современные технологии при создании электрогенерации, «Газпром нефть» не только повышает энергоэффективность, но и снижает нагрузку на окружающую среду, увеличивая долю полезного использования попутного нефтяного газа и задействуя возобновляемые источники энергии.

«Газпром нефть» разрабатывает месторождения в отдаленных неосвоенных регионах, где полностью отсутствует инженерная инфраструктура. В таких условиях одним из важнейших становится вопрос обеспечения промыслов электроэнергией. Основным ответ на него — строительство газотурбинных электростанций (ГТЭС), помимо этого еще и решающий проблему полезного использования попутного нефтяного газа, который становится топливом для автономных генераций.

Восточно-Мессояхское нефтегазоконденсатное месторождение в Ямало-Ненецком автономном округе энергией снабжает газотурбинная электростанция мощностью 84 МВт. Для сохранения вечномерзлых грунтов ГТЭС общим весом более 1,5 тыс. тонн была установлена на сваях с системой термостабилизации в двух метрах над землей.

Уже выведена на проектную мощность в 96 МВт и самая крупная ГТЭС Ямала, обеспечивающая энергией Новопортовское месторождение. Для обеспечения энергией кустовых площадок и социально-бытовых объектов северной части промысла, который расположен в 26 километрах от основной инфраструктуры актива, на Новопортовском месторождении готовится к пуску цифровая электроподстанция «Север».

Подобный проект впервые реализован в Арктике. Благодаря инновационным системам интеллектуального управления и диагностики, для обслуживания объекта необходимо минимальное количество персонала, что важно для удаленных объектов промысла. Передача сигнала осуществляется в цифровом формате и обеспечивает максимальную автоматизацию процессов измерения, управления и защиты оборудования. Контроль работы объекта будет удалённо вестись из диспетчерской ГТЭС Новопортовского месторождения.

На Балканах, где объемы добычи не так велики, как на сибирских промыслах, сербский актив «Газпром нефти» NIS размещает на месторождениях небольшие когенерационные модули, принцип работы которых основывается на конверсии растворенного газа в тепло- и электрическую энергию. Уже эксплуатируются 14 таких электростанций.

Для обеспечения бесперебойного снабжения энергией своего крупнейшего НПЗ NIS совместно с «Газпром энергохолдингом» строит в Панчево теплоэлектростанцию мощностью около 200 МВт. Это первая ТЭЦ в Сербии, работающая по принципу парогазового цикла, то есть оснащенная паросиловой и газотурбинной установками.

В газотурбинной установке продукты сгорания топлива вращают турбину, на одном валу с которой размещен генератор, вырабатывающий электроток. Остаточная энергия нагревает водяной пар, вращающий паровую турбину с присоединенным к ней вторым генератором.

Строительство ТЭЦ на базе парогазового цикла — наиболее эффективное решение, при этом обладающее еще и заметным экологическим эффектом. За счет высокого коэффициента полезного действия снижается расход топлива и, соответственно, уровень выброса парниковых газов.

«Газпром нефть» развивает генерацию на базе возобновляемых источников энергии. В 2019 году на Омском НПЗ построена солнечная электростанция мощностью 1 МВт. Новая станция размещена на площади 2,5 га и состоит из

2,5 тыс. солнечных панелей производства российской компании «Хевел». Пилотная станция полностью обеспечивает электроэнергией комплекс административных зданий Омского НПЗ, в том числе рассчитанный на 2,6 тыс. сотрудников единый бытовой корпус.

Эффективным может стать использование энергии, получаемой из альтернативных источников, и на удаленных месторождениях. «Газпром нефть» ведет в Ямало-Ненецком автономном округе опытно-промышленные испытания комбинированной ветро-солнечной электростанции «ЮРГА» мощностью 47,5 кВт. Гибридная технология позволит существенно снизить расходы на электроснабжение удаленных от сетевой инфраструктуры объектов за счет отказа от строительства линий электропередачи.

Настоящим полигоном, где отрабатываются технологии получения энергии из возобновляемых источников для «Газпром нефти» стала Сербия. Совместно с компанией MET NIS реализует проект строительства ветроэлектростанции в Пландиште (Сербия), который предусматривает размещение 34 ветрогенераторов, суммарная мощность которых составит 102 МВт.

Еще одно направление — геотермальная энергетика. Сербия обладает одним из самых значительных потенциалов геотермальной энергии в континентальной Европе благодаря специфике геологического строения Паннонского бассейна. В геотермальных станциях электроэнергия производится с помощью паровых турбин, движущей силой для которых служит пар, поступающий по скважинам из высокотемпературных водоносных горизонтов.

NIS располагает 60-ю геотермальными скважинами, обладающими потенциалом для генерации электроэнергии и отопления. В коммерческом использовании сегодня находятся четыре скважины.



**Цель работы** – конструирование специальных роботизированных устройств для автоматизации добычи нефти в удаленных местах с применением возобновляемых источников энергии на Газпром Нефть.

**Задачи:**

1. Провести комплексное исследование технологии добычи нефти: текущие разработки, перспективы развития, структура и организация рабочего процесса;
2. Проанализировать процесс добычи нефти, выделить проблемы и недостатки.
3. Разработать, запрограммировать и протестировать комплекс автоматизированной добычи нефти с применением возобновляемых источников энергии.

**План работы над проектом:**

- **Ноябрь 2020г.** – Обсуждение задания, знакомство с регламентом, изучение положения «ИКаР - КЛАССИК», формирование групп;
- **Ноябрь 2020г.** – Распределение ролей, разработка стратегии, выполнение задания, формулирование темы проекта;
- **Декабрь-Январь 2020г.** – Сборка и программирование автоматизированного комплекса, работа над инженерной книгой;
- **27 января 2021г.** – Экскурсия на заправочную станцию, сборка и программирование автоматизированного комплекса, работа над инженерной книгой, подготовка презентации проекта;
- **Январь 2021г.** – тестирование роботов и исправление ошибок, репетиция защиты проекта, редактирование инженерной книги;
- **31 января 2021г.** – подготовка роботов для защиты проекта, видеосъемка защиты проекта, распечатка инженерной книги.

### **3. Взаимодействие с предприятием ПАО «Газпром нефть»**

#### **3.1 Знакомство с историей**

##### **ПАО «Газпром нефть»**

ПАО «Газпром нефть» — российская вертикально-интегрированная нефтяная компания. Основные виды деятельности — разведка и разработка месторождений нефти и газа, нефтепереработка, производство и реализация нефтепродуктов. Входит в ТОП-3 российских нефтяных компаний по объёмам добычи и переработки нефти, является одним из лидеров российской нефтяной индустрии по эффективности.

«Газпром нефть» — первая компания, которая начала добычу нефти на российском шельфе Арктики.

Более 60 % скважин, которые компания бурит на своих месторождениях, – высокотехнологичные. По этому показателю «Газпром нефть» занимает первое место среди российских нефтяных компаний.

За 2019 год общий объём добычи углеводородов с учётом доли в совместных предприятиях «Газпром нефти» достиг 96,1 млн тонн нефтяного эквивалента, переработка — 41,1 млн тонн, объём реализованных нефтепродуктов через премиальные каналы сбыта — 26,5 млн тонн. По итогам 2019 года чистая прибыль «Газпром нефти» составила 400,2 млрд рублей, увеличившись на 6,2 % по сравнению с 2018 годом. Компания занимает лидирующие позиции в отрасли по темпам роста финансовых показателей, а также по такому комплексному показателю эффективности, как возврат на вложенный капитал.

На конец 2019 года численность персонала предприятий «Газпром нефти» составила 78,8 тыс. человек.

В 2018 году компания «Газпром нефть» объявила о начале цифровой трансформации своего бизнеса.

Штаб-квартира находится в Санкт-Петербурге.

### 3.2 Знакомство с технологией добычи нефти

Нефтепродукты задействованы в большинстве привычных вещей: зубная паста и пластиковые вилки, лекарства и ракеты, транспорт и дороги. Роскошь обладания личным автомобилем — тоже результат развития нефтепереработки: сложно представить, но ещё 100 лет назад бензиновая часть считалась абсолютно бесполезной и сжигалась.

Главная ценность нефти — разные углеводороды, носители потенциальной энергии, каждый из которых может быть преобразован в тот или иной полезный продукт. Поэтому нефть — это своеобразный полуфабрикат, ценность которого заключается в получаемых из него продуктах.

Обычно на современных нефтеперерабатывающих заводах сырую нефть на начальной стадии переработки разделяют на пять фракций.

Бензиновая, керосиновая и дизельная фракции вместе образуют светлые нефтепродукты, мазут — это тяжёлые нефтяные остатки. Чем больше лёгких фракций получается из определённого объёма сырой нефти, тем меньше остаётся мазута.

Объём светлых нефтепродуктов, получаемый в результате переработки, — важнейшая характеристика нефти, которой можно управлять. Например, перерабатывая мазут в светлые продукты. С XVIII века учёные пытались совершенствовать процесс нефтепереработки — и получать из него максимум полезных продуктов.

Глубина переработки нефти — показатель, характеризующий эффективность использования сырья. В мировой практике до сих пор нет общепринятого определения этого показателя. В России под ней понимают суммарный выход в процентах на нефть всех нефтепродуктов, кроме непревращённого остатка. За рубежом глубину переработки нефти определяют как суммарный выход светлых нефтепродуктов, то есть как глубину топливной переработки нефти.

### 3.3 Знакомство с добычей нефти ПАО «Газпром нефть»

«Газпром нефть» уверенно занимает место в тройке российских лидеров по объёму добычи углеводородов. В 2019 году компания добыла 96,1 млн тонн н.э., что на 3,5% больше чем в 2018-м. Добыча жидких углеводородов увеличилась на 0,5 % и составила 63,3 млн тонн.

Строительство высокотехнологичных скважин позволяет разрабатывать залежи со сложным геологическим строением, вовлекать в добычу трудноизвлекаемые запасы. Около 40% ресурсной базы «Газпром нефти» формируют именно сложные запасы, поэтому доля высокотехнологичных объектов в общем объеме бурения компании превышает 60% — это лучший показатель в России.

Один из ключевых методов интенсификации добычи — бурение горизонтальных скважин, существенно увеличивающих поверхность притока и, следовательно, производительность.

Еще одна технология интенсификации добычи — бурение многоствольных скважин, позволяющих увеличить зону охвата пласта. Одни из самых сложных скважин компания строит на Тазовском нефтегазоконденсатном месторождении. По уровню сложности и уникальности высокотехнологичные скважины Тазовского НГКМ приравниваются к морским.

На увеличение зоны охвата пласта направлена и технология строительства горизонтальных скважин с множественными ответвлениями, получившая название «Рыбья кость» (Fishbone). Каждое из ответвлений направляется в отдельные нефтяные участки, не задевая соседние пласты с газом или водой. Этот метод строительства скважин сегодня активно используется на Восточно-Мессояхском месторождении, где в 2019 году был построен уникальный для отрасли «фишбон» с восемью боковыми стволами. Протяженность по продуктивному стволу составила 5,1 км, общая проходка — 9,1 км.

Заметную роль в процессе бурения сегодня играет применение цифровых инструментов. Научно-Технический Центр «Газпром нефти» разработал первую в отрасли самообучающуюся программу для оптимизации затрат при строительстве сложных горизонтальных скважин. Инновационная технология помогает инженерам компании в режиме реального времени по косвенным параметрам уточнять геологию пласта и, при необходимости, принимать решение о корректировке траектории бурения.

### 3.4 Экскурсии

В январе наша команда побывала на экскурсии на заправочной станции. Мы узнали много информации об истории ПАО «Газпром нефть», об основных производствах нефти, технологических процессах, познакомились с представленными объектами. Так же пообщались с сотрудниками, которые рассказали, что добыча и доставка нефти в данное время становится более проблематичной ввиду истощения ресурсов и что наша разработка востребована уже сейчас. Внедрение такой установки позволит увеличить объем и снизить стоимость готовой продукции при этом технологическом процессе.



Рисунок 1. Экскурсия на заправочную станцию



Рисунок 2. Команда «ПЕРСПЕКТИВА» с сотрудником станции

Также мы не только познакомились с основными видами продукции, но и смогли потрогать их руками.





Рисунок 3. Команда «ПЕРСПЕКТИВА» изучает продукцию, получаемую из нефти

## 4. Технологическая часть проекта

### 4.1 Из истории вопроса, попытки решить проблемы раньше

В процессе добычи нефти использовался ручной труд. Оператор вручную управлял механизмами для добычи нефти. Автоматизация проводилась, но суровые погодные условия и удаленность месторождений усложняло процесс восстановления работоспособности станции.

### 4.2 Этапы работы над проектом

- **Подготовительный этап** – изучение положения о конкурсе, обсуждение идей, формулирование темы проекта, определение ролей каждого члена команды, подборка деталей для сборки роботов, которые будут входить в роботизированный комплекс, подготовка поля и вспомогательных деталей.
- **Практический этап** - создание, программирование, отладка роботизированного комплекса.
- **Теоретический этап** – сбор и подготовка материала (текст, фотографии, схемы); объединение собранного материала в Инженерную книгу, оформление в соответствии с требованиями Положения о конкурсе.
- **Заключительный этап** – тестирование роботизированного комплекса на поле, подготовка презентации, подготовка к защите проекта.





Таблица 1 - Подготовка к соревнованиям.

#### 4.3 Цели для каждого этапа, выполненные работы, результаты

В процессе подготовительного этапа проекта мы, после рассмотрения предложенных идей, сформулировали тему нашего проекта, подумали, как можно ее реализовать. Затем мы придумали, какие роботы будут входить в наш роботизированный комплекс. Затем, после обсуждений, мы определили

роли каждого участника команды. После этого участники, согласно своим ролям, начали подготовку к сборке роботов, подбор деталей. Программисты на данном этапе осуществляли помощь сборщикам.

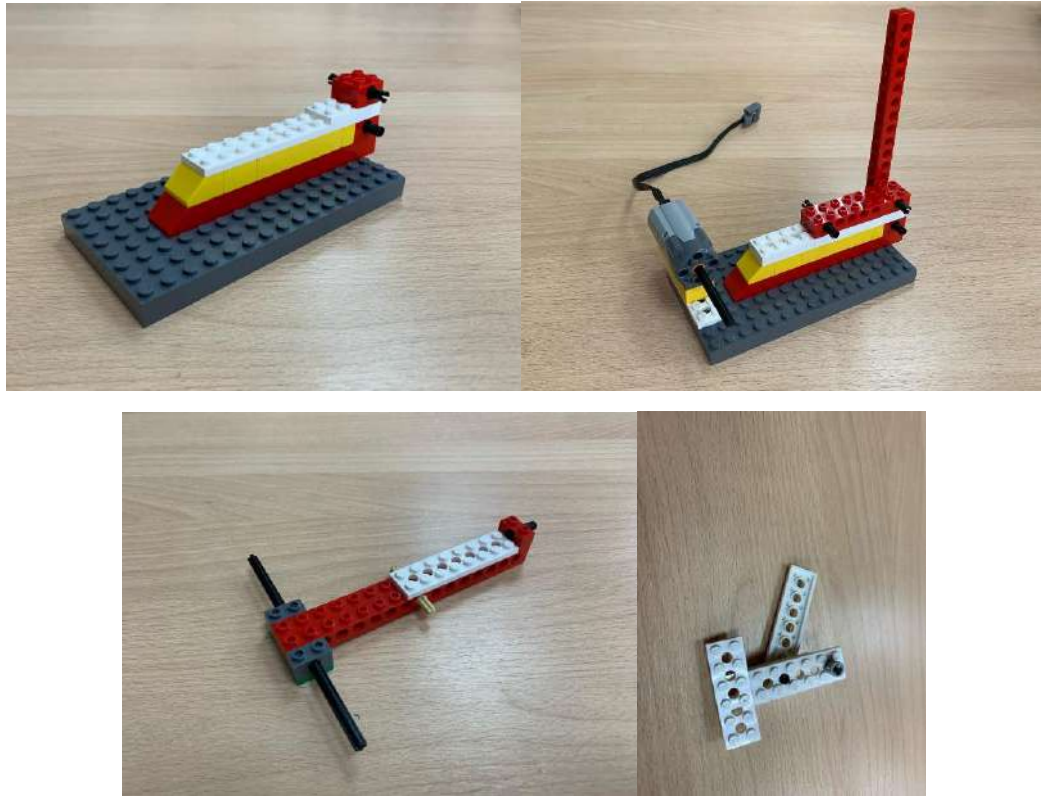
В процессе практического этапа сборщиками был спроектирован роботизированный комплекс, необходимый для реализации нашего проекта «Автоматизация добычи нефти в удаленных местах с применением возобновляемых источников энергии». Это робот – автоматизированная станция добычи, и солнечная панель.

#### **4.4 Описание конструкции механизмов и их взаимодействие**

В работе были использованы детали из следующих наборов: Lego Education Wedo 1.2, Lego Education Wedo 2.0, а также Lego Education «Возобновляемые источники энергии». Все элементы роботизированного комплекса созданы лично участниками команды «ПЕРСПЕКТИВА».

Модель автоматизированной вышки для добычи нефти состоит из следующих основных узлов:

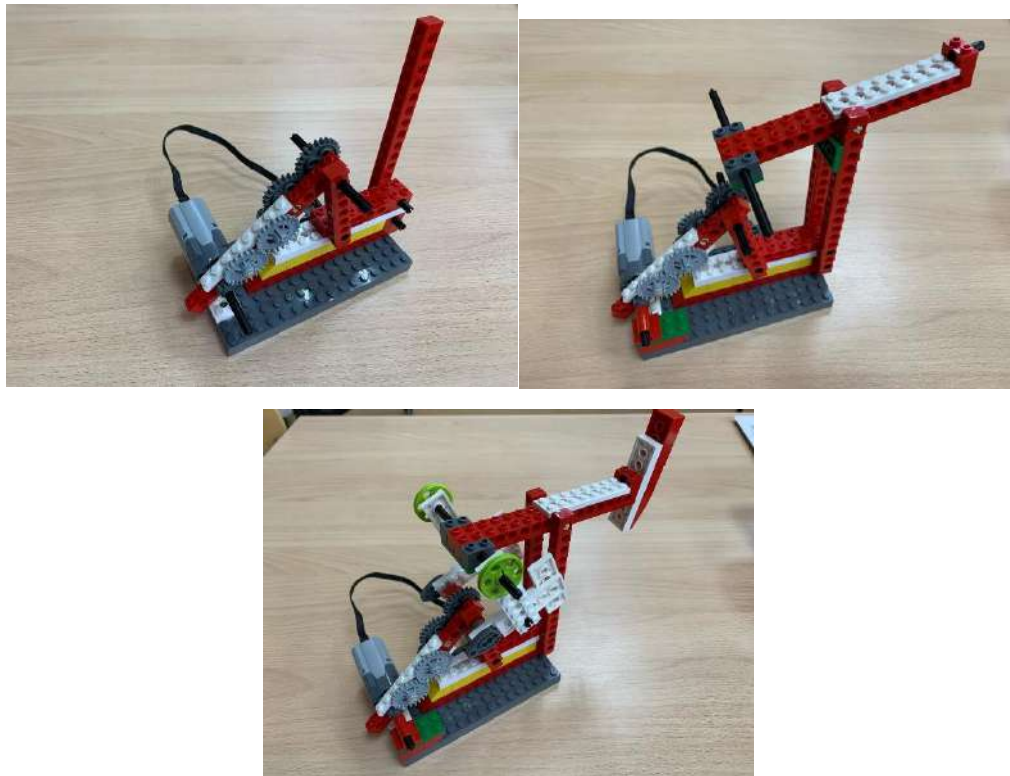
- Силовой управляющий модуль, состоящий из смартахаба и мотора;
- Набор понижающих передач, преобразующий вращающий момент мотора;
- Кривошипно-шатунный механизм, приводящий в движение поршень нефтяного насоса;
- Датчик наклона, позволяющий считать количество итераций, выполненные установкой;
- Солнечная панель, вырабатывающая энергию для силового модуля.



Взаимодействие механизмов выполняется по следующему алгоритму:

- Мотор получает сигнал от управляющего модуля и начинает вращение;
- Передаточный узел преобразует вращательный момент в требуемый для вращения кривошипно-шатунного механизма;
- Датчик наклона считывает каждую итерацию насоса, что позволяет высчитать, сколько было добыто сырья;
- Кривошипно-шатунный механизм, получив вращательный момент поднимает и опускает балансир с опорой, который, собственно, и приводит в движение нефтяной насос.

Сборная команда Липецкой области «ПЕРСПЕКТИВА»



## Список литературы

1. Йошихито Исогава. КНИГА ИДЕЙ LEGO MINDSTORMS EV3. 181 удивительный механизм и устройство.
2. Филипов С.А. Робототехника для детей и родителей.-СПб.:Наука, 2013
3. Овсяницкая Л.Ю. Курс программирования робота LegoMindstorms EV3, 2016
4. Вольдек, А. Электрические машины Введение в электромеханику Машины постоянного тока и трансформаторы / А. Вольдек. - СПб.: Питер, 2009.
5. Дэвис, Дж. Карманный справочник радиоинженера / Дж. Дэвис. - М.: Додэка XXI, 2007.
6. Голов, Р.С. Теория организации. Организация производства на предприятиях: Интегрированное: Учебное пособие / А.П. Агарков, Р.С. Голов, А.М. Голиков; под ред. А.П. Агарков. - М.: Дашков и К, 2010.
7. Никифоров, А.Д. Современные проблемы науки в области технологии машиностроения. / А.Д. Никифоров. - М.: Высшая школа, 2006.