

Министерство образования Пензенской области
Государственное бюджетное учреждение дополнительного образования
Пензенской области
«Центр развития творчества детей и юношества»

**Модель роботизированного гравитационного накопителя-генератора
электрической энергии
на основе робототехнического комплекта Lego Mindstorms EV3**

Пруцков Илья, ученик 9 класса
Руководитель: педагог дополнительного образования
Пеганов Станислав Юрьевич

Пенза 2025г.

Оглавление	
ВВЕДЕНИЕ	4
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	6
Виды накопителей энергии	6
Гравитационный накопитель вертикального типа	7
ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	8
Назначение:	8
Описание устройства	10
Программное обеспечение	13
Алгоритм работы программного обеспечения	14
Программа	15
ИСПЫТАНИЯ	16
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	16
ЛИТЕРАТУРА	16

Цель:

Создать модель роботизированного гравитационного накопителя-генератора электрической энергии.

Задачи:

1. Изучить теоретический материал и опытные разработки в области создания и эксплуатации накопителей энергии.
2. Разработать конструкцию устройства, позволяющую в аккумулировать электрическую энергию механическим способом.
3. Добиться максимальной эффективности функционирования данного устройства.

Актуальность

Актуальность гравитационных накопителей энергии обусловлена рядом преимуществ, которые они предлагают по сравнению с другими источниками энергии. В частности, гравитационные накопители энергии обладают следующими особенностями:

1. Экологичность: Гравитационные накопители не производят вредных выбросов в атмосферу, что делает их более предпочтительными с точки зрения защиты окружающей среды.
2. Эффективность: Гравитационные системы могут достигать высоких коэффициентов полезного действия (КПД) при преобразовании потенциальной энергии в электричество.
3. Автономность: Гравитационные накопители могут работать независимо от централизованных электросетей, обеспечивая автономность и надежность энергоснабжения.
4. Долговечность: Гравитационные накопители, как правило, имеют длительный срок службы и требуют минимального обслуживания.
5. Возобновляемость: Гравитационная энергия является возобновляемым источником, поскольку она накапливается за счет естественных процессов, таких как течение воды или сила тяжести.

ВВЕДЕНИЕ

Альтернативная энергетика в России становится все более актуальной в связи с несколькими факторами:

- ✓ Энергетическая независимость: Развитие альтернативной энергетики может способствовать снижению зависимости России от ископаемых видов топлива, таких как нефть и газ, которые являются основными статьями экспорта страны.
 - ✓ Экологические проблемы: Альтернативная энергетика предлагает экологически чистые решения для снижения выбросов парниковых газов и других вредных веществ. Это соответствует международным обязательствам России по борьбе с изменением климата и способствует улучшению качества воздуха и состояния окружающей среды.
 - ✓ Технологический прогресс: Альтернативная энергетика постоянно развивается, появляются новые технологии, такие как солнечные панели, ветрогенераторы и биоэнергетика. Внедрение этих технологий может повысить эффективность использования энергии и снизить затраты на производство электричества.
 - ✓ Энергетический переход: В свете мирового энергетического перехода и стремлении к углеродной нейтральности, Россия также должна развивать альтернативные источники энергии для поддержания конкурентоспособности и интеграции в мировую экономику.
 - ✓ Энергобезопасность: Развитие альтернативной энергетики также может помочь улучшить энергобезопасность страны, поскольку такие источники энергии, как солнце и ветер, являются более стабильными и надежными по сравнению с ископаемыми видами топлива.
- Факторы, ускоряющие внедрение нетрадиционных энергоресурсов
- ✓ Экономические факторы: Снижение стоимости оборудования и технологий, связанных с альтернативной энергетикой, делает их более доступными и привлекательными для инвестиций.
 - ✓ Политические факторы: Государственное стимулирование и поддержка развития альтернативной энергетики могут способствовать ускорению внедрения нетрадиционных энергоресурсов.
 - ✓ Экологические факторы: Усиление экологической политики и требований к снижению выбросов парниковых газов может стимулировать развитие альтернативной энергетики.

- ✓ Технологические факторы: Постоянное развитие и усовершенствование технологий альтернативной энергетики делает их более эффективными, надежными и доступными.
- ✓ Образовательные и научные факторы: Повышение осведомленности о преимуществах альтернативной энергетики и проведение научных исследований в этой области могут способствовать ускорению ее внедрения.

Недостатки альтернативной энергетики

- ✓ Высокая стоимость оборудования и строительства: Хотя стоимость оборудования и строительства альтернативных источников энергии снижается, они все еще могут быть дороже традиционных источников, таких как уголь и природный газ.
- ✓ Зависимость от погодных условий: Некоторые альтернативные источники энергии, такие как ветер и солнце, зависят от погодных условий, что может привести к нестабильности в производстве энергии.
- ✓ Ограниченная доступность: В некоторых регионах альтернативные источники энергии могут быть недоступны или недостаточно развиты.
- ✓ Отсутствие инфраструктуры: Для эффективной интеграции альтернативной энергетики необходима развитая инфраструктура, такая как линии электропередачи и накопители энергии.
- ✓ 5 .Низкий уровень внедрения: Несмотря на растущий интерес к альтернативной энергетике, ее доля в общем энергобалансе все еще относительно невелика.

Одним из существенных недостатков производства электроэнергии альтернативными источниками является нестабильность ее выработки

Альтернативная энергетика, особенно такая, как солнечная и ветровая, действительно имеет непостоянный характер производства энергии, в отличие от традиционных источников энергии, таких как газ и уголь, которые могут обеспечивать стабильное производство энергии.

Однако существуют технологии и решения, которые могут помочь стабилизировать выработку энергии из альтернативных источников и обеспечить более надежное и устойчивое энергоснабжение. Например, использование накопителей энергии, интеллектуальных систем управления энергопотреблением и развитие сетевой инфраструктуры для интеграции различных источников энергии.

Для решения данной проблемы я предлагаю использовать роботизированный гравитационный накопитель энергии, модель которого я разработал на основе конструктора LEGO MINDSTORMS EV3.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Накопители энергии — это устройства, которые аккумулируют энергию для последующего использования. Они могут быть различных типов, например, электрические аккумуляторы, тепловые накопители, гидроаккумулирующие электростанции и др.

Виды накопителей энергии

Накопители энергии можно разделить на несколько видов в зависимости от типа аккумулируемой энергии:

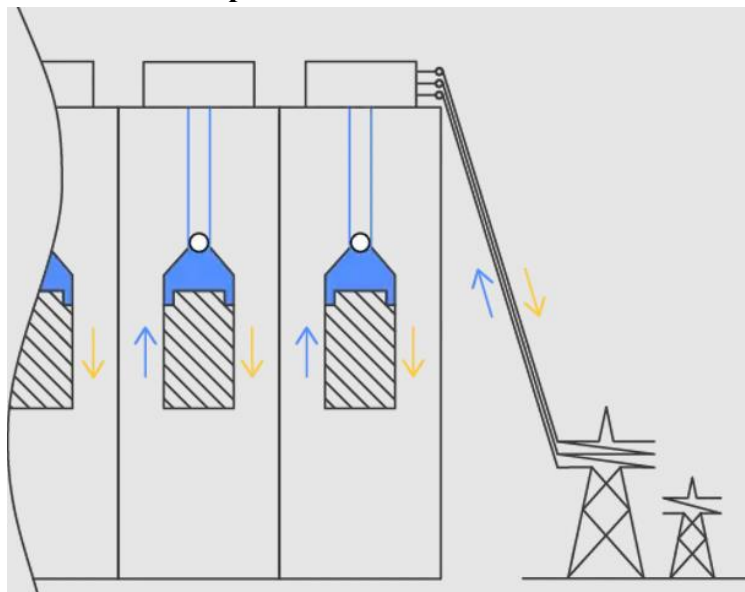
- ✓ Электрические аккумуляторы - накапливают электрическую энергию в виде заряда на электродах.
- ✓ Тепловые накопители - накапливают тепловую энергию в виде горячей воды или воздуха.
- ✓ Гидроаккумулирующие станции - накапливают гидравлическую энергию в виде воды на высоте.
- ✓ Гравитационные накопители - используют гравитационную энергию для подъема грузов на высоту.
- ✓ Маховичные накопители - накапливают кинетическую энергию во вращающемся маховике.

Накопители энергии используются для стабилизации выработки энергии из возобновляемых источников, таких как солнце и ветер, а также для снижения пиковых нагрузок на сеть и обеспечения резервного питания в случае аварий на основных источниках энергии.

Гравитационные накопители можно разделить на два типа в зависимости от того, как груз перемещается вверх и вниз:

- ✓ С вертикальным перемещением груза: груз поднимается и опускается по вертикальной оси. Этот тип накопителей обычно имеет более высокую эффективность, но требует больше места для установки.
- ✓ С горизонтальным перемещением груза: груз перемещается влево и вправо по горизонтальной оси. Этот тип накопителей занимает меньше места, но имеет меньшую эффективность.

Гравитационный накопитель вертикального типа



Гравитационный накопитель вертикального типа работает по хорошо известному принципу: при наличии избытка энергии система накапливает её, в данном случае поднимая груз на определённую высоту, таким образом, запасая потенциальную энергию груза. А, когда энергии не хватает, груз опускается, преобразуя потенциальную энергию в кинетическую, а затем в электрическую при помощи генератора.

Гравитационные накопители данного типа могут быть установлены как в отдельно стоящих и построенных зданиях, так и использовать различные уже имеющиеся объекты: вышки (например сотовой связи), шахты вертикального бурения, высотные здания и т.д.

Главное достоинство концепции в том, что такие накопители можно строить и оборудовать везде — хоть в пустыне, хоть в условиях прохладного климата. Основные материалы — металл и бетон. Срок службы таких накопителей достаточно большой. Стоимость эксплуатации такой системы меньше, чем любых других систем. Ремонтопригодность выше, проще и дешевле.

Один из примеров гравитационного накопителя вертикального типа — огромная гравитационная накопительная установка, которая построена швейцарской компанией Energy Vault в



Китае.

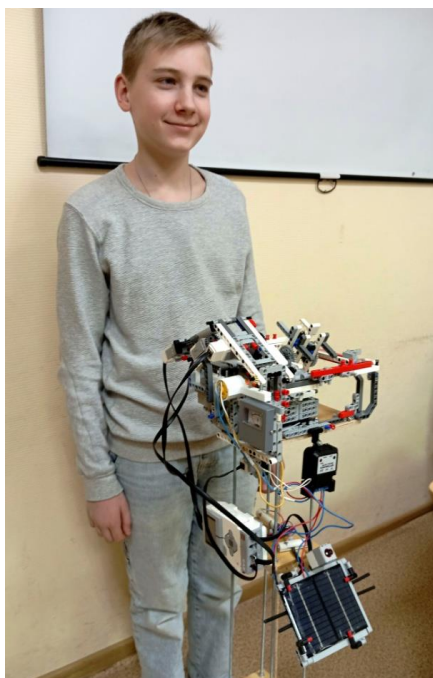
Проект получил название EVx.

Для накопления и выработки энергии используется принцип подъема и опускания 24-тонных бетонных блоков на высоту свыше 100 метров. Объем накапливаемой электрической энергии составляет до 100 МВт*ч. Энергия запасается при подъеме.

Российские инженеры из новосибирской компании "Энергозапас" также создали гравитационный накопитель промышленного класса, мощностью 2 мегаватта.



ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ



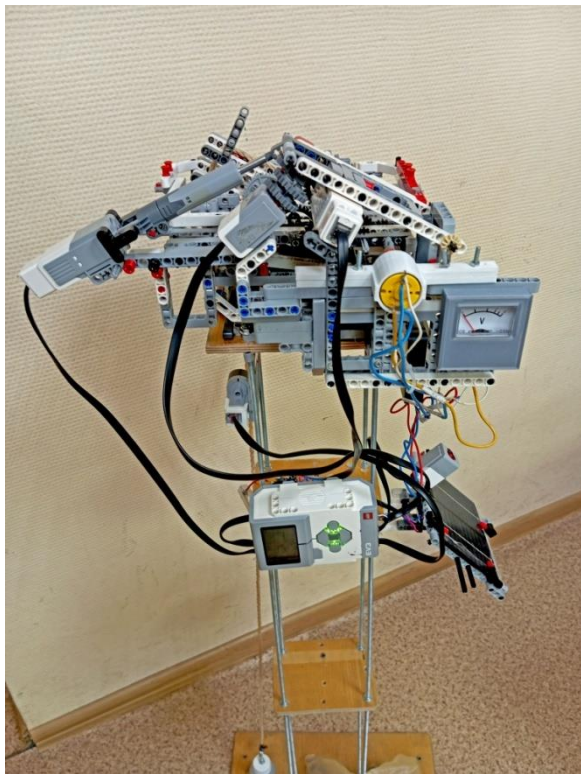
Назначение:

Роботизированный гравитационный накопитель-генератор электрической энергии предназначен для накопления энергии получаемой путем преобразования световой энергии в солнечной батарее в потенциальную энергию груза, поднятого на высоту на высоту и дальнейшей генерации электрической энергии мотор-генератором при опускании груза.

Обеспечивает:

1. Выработку электрической энергии солнечной батареей.
2. Автоматизированную зарядку аккумуляторной батареи.
3. Автоматический подъем груза на высоту.

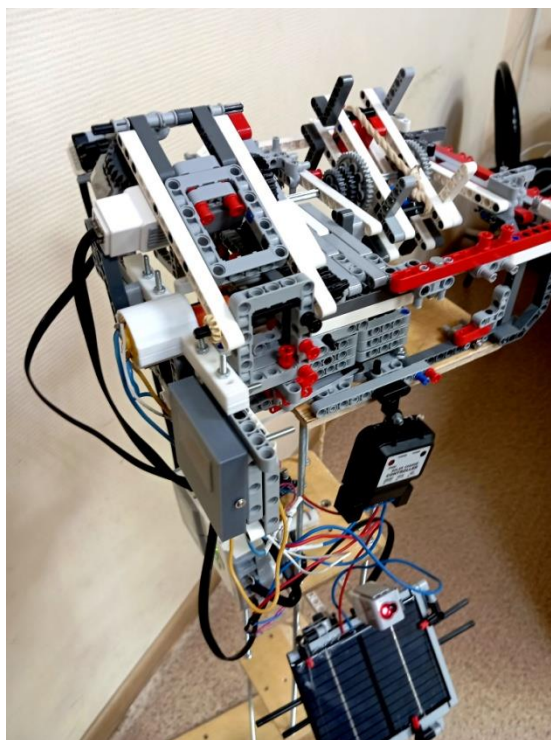
4. Генерацию электрической энергии мотор-генератором при наступлении темного времени суток.



Состав:

1. Робототехнический комплект **LEGO MINDSTORMS Education EV3**.
 - 1.1. Микрокомпьютер EV3.
 - 1.2. 2 Средних мотора.
 - 1.3. Датчик цвета.
 - 1.4. Ультразвуковой датчик расстояния.
 - 1.5. Датчик касания.
 - 1.6. Линейный актуатор Lego Technic.
 - 1.7. Металлическая крестовая ось.
 - 1.8. Соединительные модули и элементы.
2. Электрический двигатель 12 В.

3. Устройство электропитания на основе Po аккумулятора 11,1В и DC-DC преобразователя XL6019.
4. Устройство контроля заряда и коммутации аккумуляторной батареи.
5. 4 выпрямительных диода 1N4007.
6. Вольтметр.
7. Аккумуляторная батарея 12 В.
8. Программное обеспечение LEGO® MINDSTORMS® Education EV3
9. Программа обеспечения автоматизированной работы.



Li-

Описание устройства

Основой данного устройства являются детали робототехнического комплекта LEGO MINDSTORMS Education EV3, а также дополнительные элементы указанные выше.

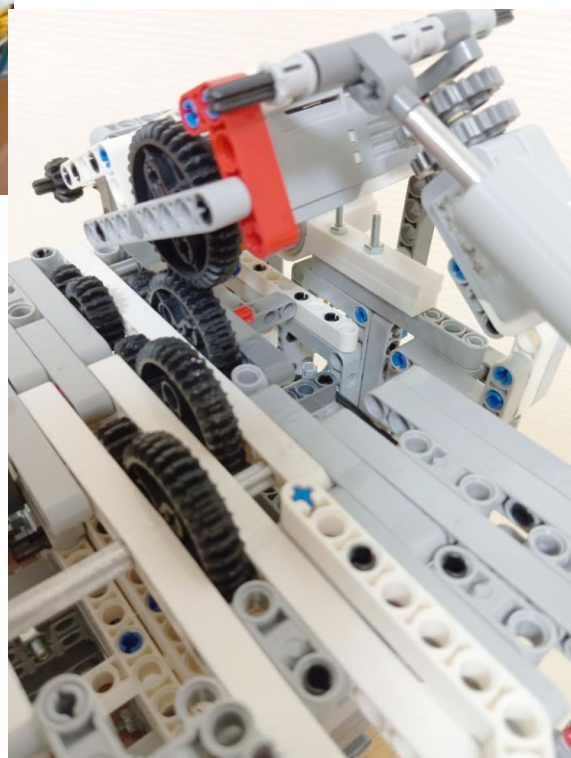
Данное устройство можно условно разделить на следующие функционально законченные узлы и блоки:

1. Барабан для наматывания троса (лески) подвеса груза.



2. Узел повышающей передачи.

3. Блок подъема и фиксации груза.



4. Блок электропитания.

Данное устройство может быть дополнено другими модулями по мере необходимости.

Барaban для наматывания троса (лески) подвеса груза

Барaban собран деталей Lego за исключение центральной оси. Центральная ось представляет собой крестообразный алюминиевый пруток доработанный под размеры крестовой оси конструктора Lego. Использование такой оси вызвано достаточно большими нагрузками на нее в процессе подъема и опускания груза. Первые испытания устройства показали, что использование пластиковых крестообразных осей из набора Lego, приводит к их скручиванию и поломке.

Узел повышающей передачи

Для передачи вращательного движения от барабана мотор-генератору используется сконструированный мной 4-х ступенчатый повышающий блок шестерен. Передаточное число данной зубчатой передачи в направлении барабан \rightarrow мотор-генератор составляет 1:9.

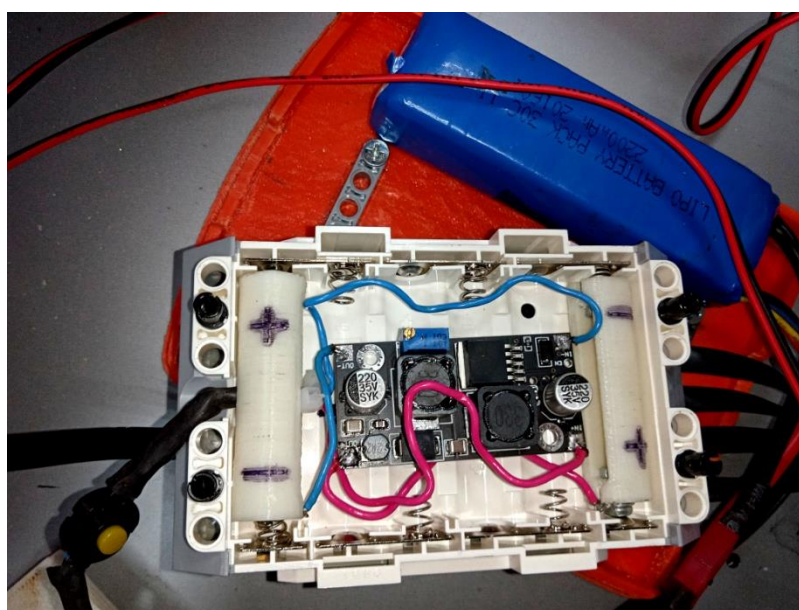
Также данный узел используется для подъема груза, при этом задействуются только три ступени узла, которые работают как понижающая передача. При этом источником движения является опускаемый средний мотор.

Блок подъема и фиксации груза.

В данный блок входит 2 средних мотора и линейный актуатор Lego Technic.

Первый мотор обеспечивает вращение привода актуатора и таким образом поднимает и опускает второй мотор с шестеренкой, которая входит и выходит из зацепления с шестеренкой узла передач. При опускании второй мотор вращая шестеренку, находящуюся в зацеплении с шестеренкой узла передач, вращает барабан, поднимая груз

Блок электропитания



Блок электропитания состоит из трех основных устройств:

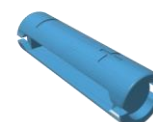
1. Аккумуляторная батарея 12В.
2. DC-DC преобразователя XL6019 для электропитания микропроцессорного блока Lego EV3.
3. Устройство контроля заряда и коммутации аккумуляторной батареи.

Электропитание микропроцессорного блока Lego EV3 обеспечивается использованием нестандартным аккумулятором 12В и универсальным DC-DC преобразователя XL6019. Для



подключения к контактам питания

блока используются адаптеры гальванических элементов АА, смоделированные в 3D-редакторе и распечатанные на 3D-принтере.



Универсальный DC-DC преобразователя XL6019 обеспечивает:
Входное напряжение: 3 - 40 В

Выходное напряжение: 5 - 45 В

Выходной ток нагрузки: 5 А

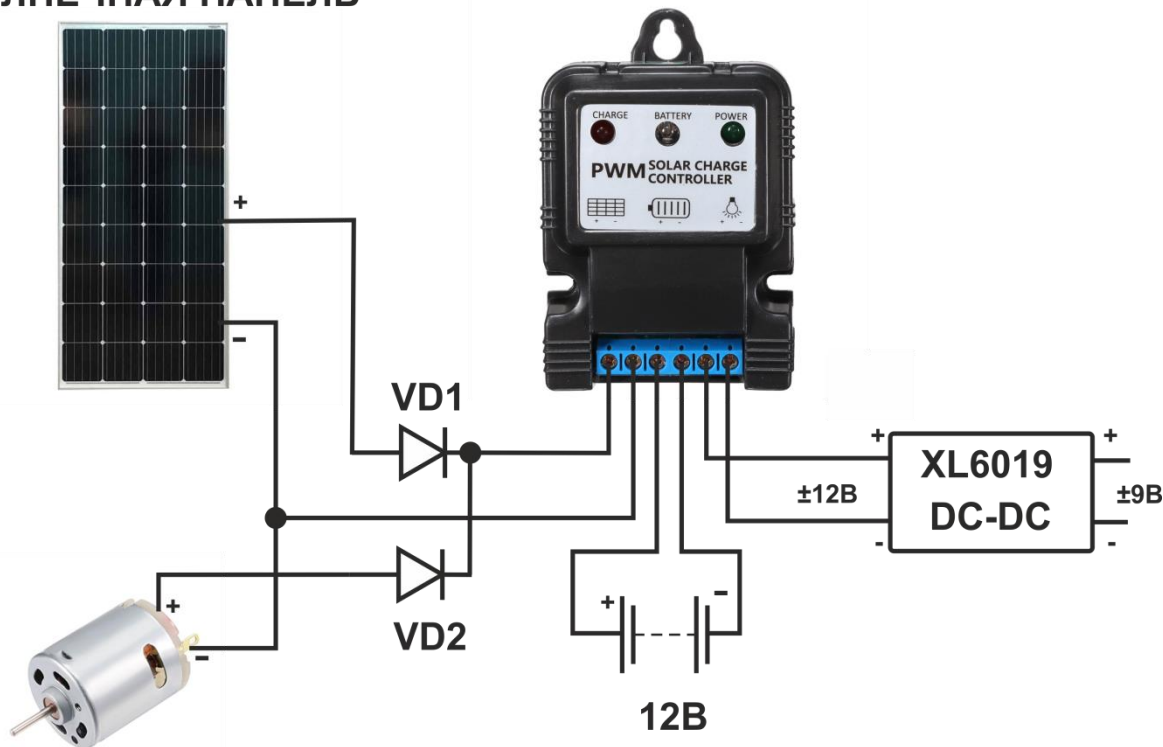
Выходное напряжение отрегулировано на величину 9В, как и стандартное питание Lego EV3.

Использование аккумулятора большей емкости обеспечивает большее время автономной работы и простоту замены, а использование преобразователя обеспечивает стабильность напряжения электропитания независимо от степени разряда аккумулятора до определенных пределов.

Устройство контроля заряда и коммутации аккумуляторной батареи обеспечивает заряд аккумуляторной батареи от солнечной батареи и мотор генератора, а также отключение нагрузки при сильном разряде аккумулятора.

Ниже приведена электрическая схема соединений блока электропитания.

СОЛНЕЧНАЯ ПАНЕЛЬ



МОТОР-ГЕНЕРАТОР

Программное обеспечение

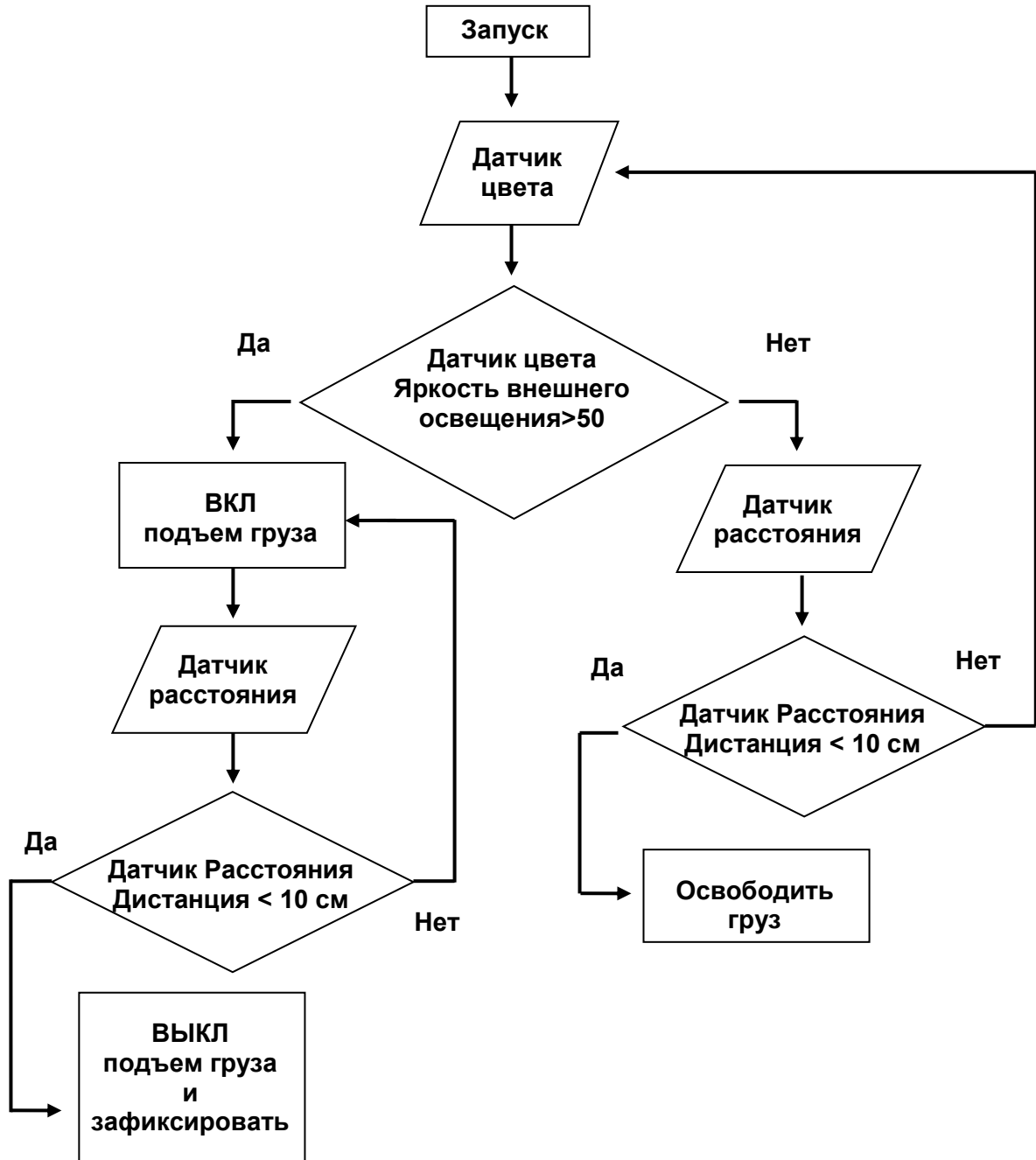
Для обеспечения работоспособности данного автоматизированного устройства разработана программа управления (Программное обеспечение LEGO® MINDSTORMS® Education EV3), которое обеспечивает:

1. Автоматизированный подъем груза в светлое время суток.



2. Автоматическую остановку подъема груза по достижению заданной высоты и блокировку от опускания.
3. Разблокировку опускания груза при наступлении темного времени суток и разряде аккумулятора.

Алгоритм работы программного обеспечения



ИСПЫТАНИЯ

Испытания устройства были направлены на:

1. Оптимизацию конструкции устройства.
2. Подбор необходимых параметров груза, моторов.
3. Корректировку программного обеспечения.

Проведенные испытания показали успешную работоспособность устройства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная модель робототизированного гравитационного накопителя-генератора электрической энергии по результатам испытаний показало свою работоспособность и эффективность. Разработанная конструкция способно обеспечить аккумуляцию электрической энергии в малых объемах. Для увеличения объемов накапливаемой энергии необходимо увеличение размеров конструкции.

Считаю, что задачи, поставленные в начале работы над проектом выполнены.

Следующим этапом работы считаю создание аналогичного устройства на базе Arduino и в больших размерах с использованием дачных построек.

ЛИТЕРАТУРА

1. https://habr.com/ru/companies/ru_mts/articles/755226/
2. <https://mojastrana.mirtesen.ru/blog/43244839066/Sibirskiy-mehkondensator-TAES-uzhe-obognal-svoye-vremya>
3. <https://eee-science.ru/item-work/2020-4372/>
4. <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-netraditsionnyh-vozobnovlyemyh-istochnikov-energii-v-rossii-i-v-mire-klyuchevye-tendentsii-i-perspektivy>
5. <https://www.eprussia.ru/news/base/2023/5692713.htm>
6. <https://trends.rbc.ru/trends/green/609e76449a7947f4755ac9dc>
7. <https://iddc.ru/montazh/gravitatsionnyy-generator-elektrichstva-cto-eto/>

РЕЦЕНЗИЯ

на научно-исследовательский проект учащегося

ГБУ ДО Пензенской области

«Центр развития творчества детей и юношества»

Модель робототизированного гравитационного накопителя-генератора электрической энергии

на основе робототехнического комплекта Lego Mindstorms EV3

Данный учебно-исследовательский проект учащейся является одним из ярких примеров разработки инженерной задачи. Не секрет, что на сегодняшний день одной из актуальных проблем современности является проблема воспитания инженерных кадров. Созданное устройство несмотря на то, что оно создано учащимся 9 класса, включает в себя ряд интересных идей и предложений, заслуживающих рассмотрения специалистами соответствующих производственных и промышленных направлений.

Данная работа также демонстрирует комплексный подход к решению поставленных задач, изучение материалов из различных разделов физики, информатики и технологии.

Процесс создания устройства, разработки и испытания учащегося показал ее заинтересованность в решении совокупности задач в сфере создания экспериментальных измерительных устройств и их программирования, изучении материалов не входящих в состав школьной программы.

Вместе с тем следует отметить, что работа в данном направлении может и должна быть продолжена с учетом расширения возможностей данного прибора, совершенствованию алгоритмов.

Я, считаю, что проведенная работа заслуживает высокой оценки с точки зрения профессиональной ориентации, инженерной подготовки учащихся и освоения ими новых инновационных технологий.

Методист ГБУ ДО Пензенской области

«Центр развития творчества детей и юношества»

С.Ю.Пеганов