

Муниципальное автономное образовательное учреждение «Гимназия №1»

г. Соликамск, Пермский край

ПРОЕКТ «КИБЕРШАХТА»

Команда «КАМА»

Свободная творческая категория - младшая

Подробное описание

Участники:

Волков Арсений

Волкова Амалия

Курбатов Алексей

Тренеры:

Брейде Елена Николаевна

Бурмасова Евгения Валерьевна

Волков Антон Владимирович

СОДЕРЖАНИЕ

1. НАЗНАЧЕНИЕ ПРОЕКТА	3
2. ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ ПРОЕКТА	4
3. ПЛАТФОРМА ПРОЕКТА	9
4. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СХЕМЫ	10
5. ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ	12
6. ОПИСАНИЕ АЛГОРИТМОВ	21
7. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОЕКТА	25

НАЗНАЧЕНИЕ ПРОЕКТА.

Мы живем в уникальном городе Соликамск, а на глубине 400 метров есть еще один город - подземный. Там расположены залежи полезных ископаемых – сильвинит, карналлит и каменная соль. Добыча руды происходит механизированным способом с использованием огромных машин - комбайнов и самоходных вагонов. После отбойки руды комбайнами, ее перемещают с помощью самоходных вагонов в скважины. В дальнейшем руда транспортируется по системе конвейеров и в скипах по шахтным стволам поступает для последующей переработки на поверхность. И только потом после процессов обогащения, получаются удобрения, готовые для перевозки к потребителям. Процесс очень трудозатратный, опасный и наносит вред экологии, так как образуются отходы производства.

В своем проекте мы располагаем все производственные процессы по добыче и переработке калийных солей под землей в горных выработках.

Давайте рассмотрим преимущества данного решения:

Комбайновый комплекс работает в автоматическом роботизированном режиме, без применения труда человека. Соответственно сохраняется жизнь и здоровье работников, отсутствует возможность травмирования работников. Комбайн с помощью режущего органа отбивает руду от горного массива. По транспортеру руда поступает в самоходный вагон. Вагон отвозит руду до места разгрузки и вываливает ее в скважину, откуда руда поступает в бункер для последующей переработки.

Далее происходит процесс переработки: с помощью робота-сортировщика происходит разделение руды на удобрения и отходы производства. Отходы поступают для закладки в образовавшиеся отработанные пустоты. А готовые удобрения поступают в скипах по шахтным стволам на поверхность для последующей отправки потребителям.

Какие задачи позволяет решить наш проект.

1. Сокращение энергозатрат. Нет необходимости подъема руды из шахты для последующей переработки на поверхностных объектах. На поверхность сразу поступает готовый продукт – удобрения.
2. Отходы при производстве используются для закладывания пустот в шахте. Не образуются отвалы на поверхности – соответственно отсутствует вред экологии.
3. Сохранение жизни и здоровья работников – т.к. весь процесс добычи и переработки роботизирован, в нем не задействованы люди, снижается риск травмирования работников. Всеми процессами управляет диспетчер с поверхности.

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ ПРОЕКТА.

Команда «Кама» в составе трех участников и трех педагогов приступила к разработке проекта Кибершахта в декабре 2023 года. Проект был посвящен компании ПАО «Уралкалий» и должен был представлен в качестве экспоната в корпоративном музее в разделе детского творчества. Для того чтобы понять, как работает предприятие, ребята посетили музей ПАО «Уралкалий» в г. Соликамск.

В музее "Уралкалия" ребятам рассказали, как добывают калийную соль, какие машины работают глубоко под землей и как не легка работа шахтёров.





Далее ребята побывали в музее г. Губаха, где ребятам рассказали, как добывали уголь в Кизеловском угольном бассейне.





После посещения музеев у ребят возникла идея создания подземного завода, в котором всех людей заменят роботы, а производство будет полностью располагаться в шахте. И как результат, ребята начали работу над проектом.



Помимо работы над проектом, ребята не переставали получать новые знания



В течении трех месяцев шла совместная работа детей, педагогов и родителей над проектом подземного завода.

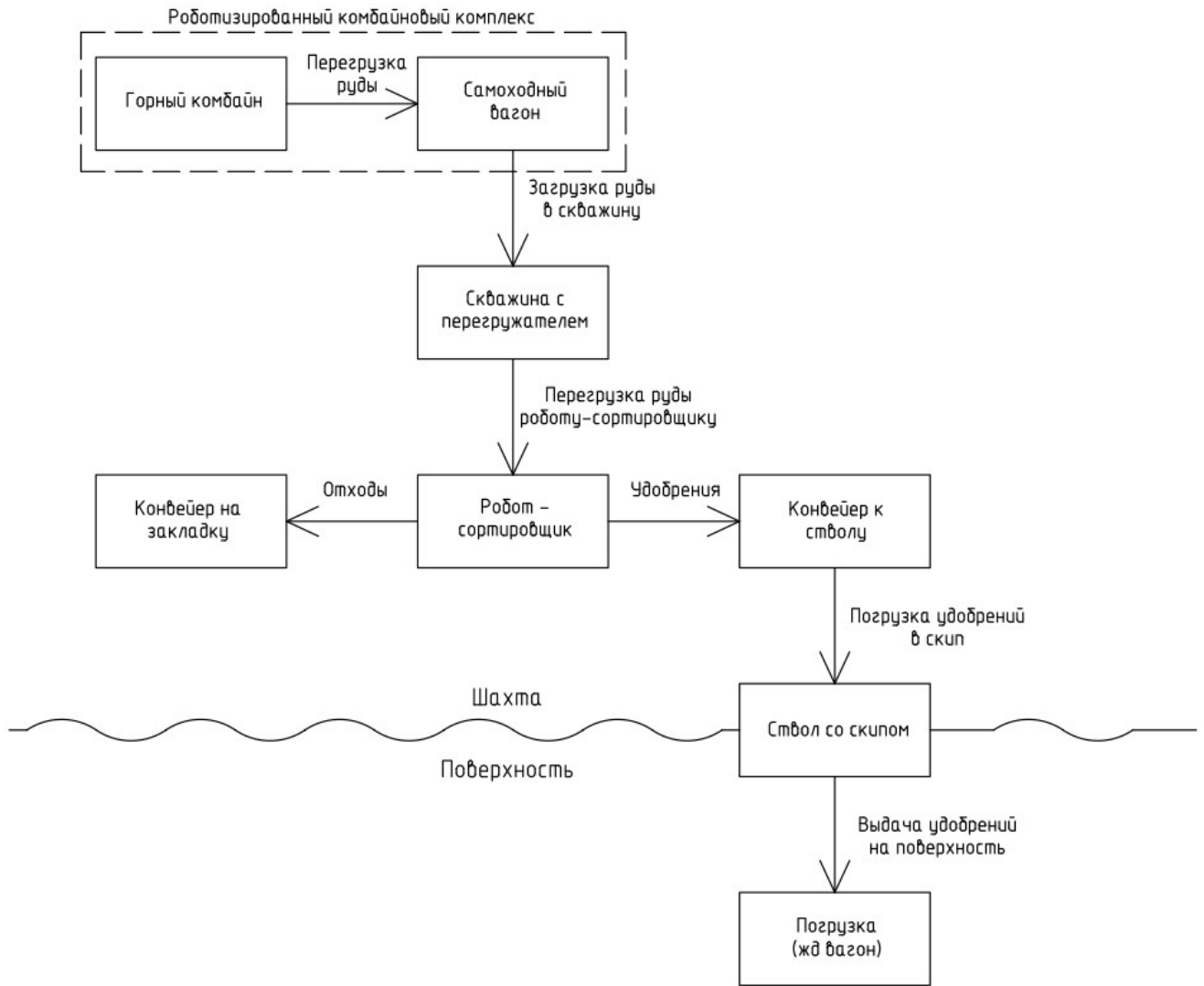


Ближе к апрелю проект был закончен и ребята продемонстрировали его публике и руководству ПАО «Уралкалий». От руководства компании была получена высокая оценка, т.к. проект решает те же задачи, что и реализуемые в компании программы по снижению энергозатрат, снижению производственного травматизма, рационализаторству и новаторству, роботизации и цифровизации, снижению влияния на экологию.

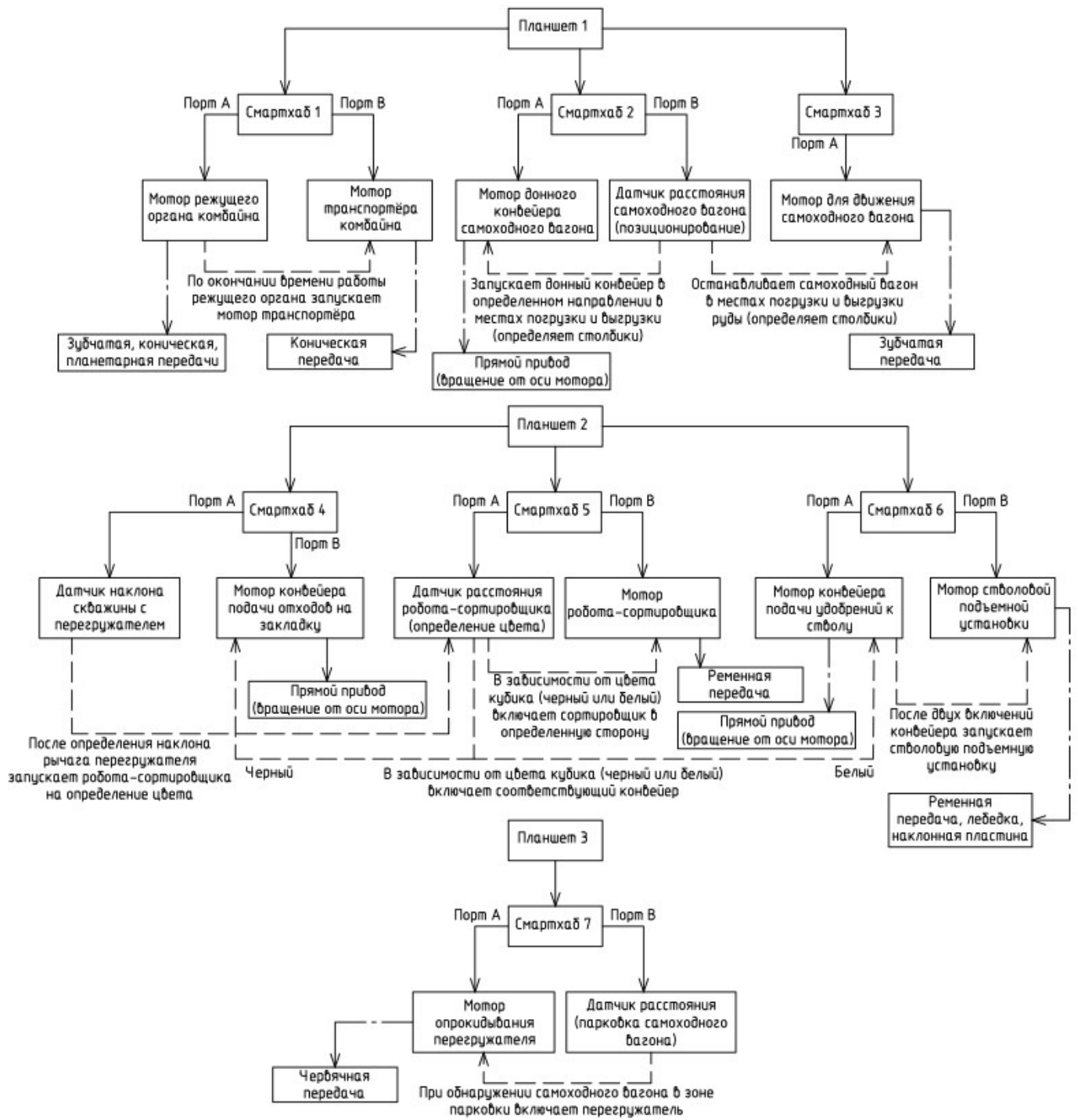
ПЛАТФОРМА ПРОЕКТА.

В основе проекта заложены смартхабы, моторы, датчики и детали образовательного робототехнического конструктора Lego WeDo 2.0. Также для реализации проекта дополнительно, в силу конструктивных и функциональных особенностей, были применены детали (без электроники) из образовательных робототехнических конструкторов Lego Mindstorms EV3, Lego Spike Prime и конструкторов общего назначения Lego Technic, Lego Classic. Из электронных компонентов в проекте применяются: смартхабы – 7 шт., датчики расстояния – 3 шт. (один из датчиков работает как датчик определения отраженного света), датчик наклона – 1 шт., моторы – 9 шт., планшеты для запуска алгоритмов – 3 шт. Проект состоит из нескольких роботов, которые взаимодействуют между собой посредством датчиков или общих алгоритмов.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СХЕМЫ.



Технологическая схема проекта.



Функциональная схема проекта.

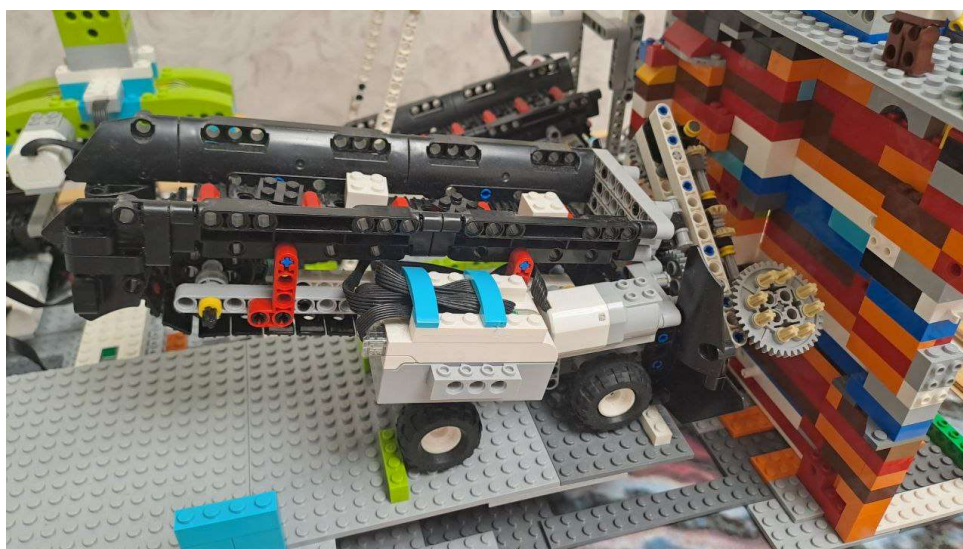
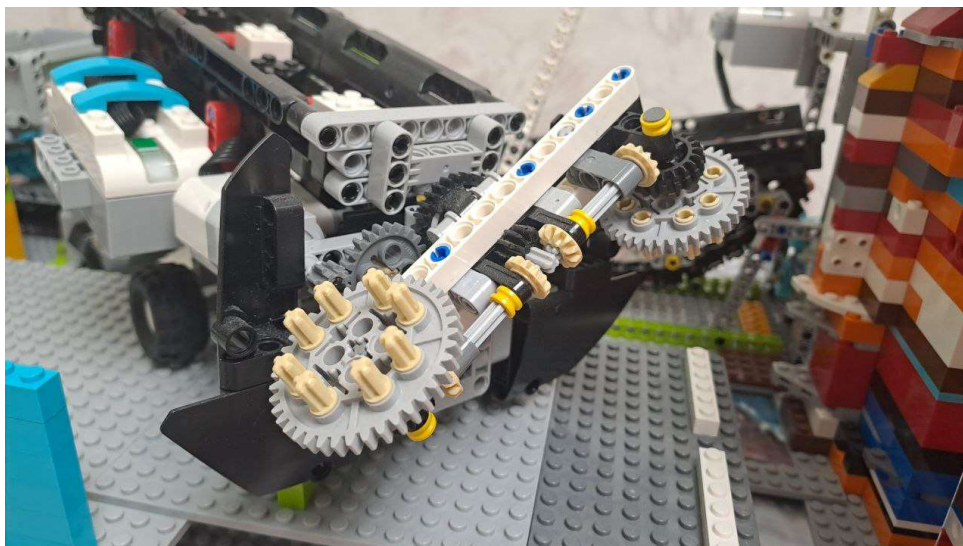
ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ.

Основанием для проекта служит коврик размером 920 на 470 мм., выполненный в стиле среза горной породы калийной шахты. На коврике располагаются пластины от конструктора Lego Classic, которые являются основанием постройки. Для усиления конструкции пластины соединены между собой пластинами Lego Classic разных размеров от 4x2 до 16x2. В передней части проекта в виде небольшой надстройки представлен шахтная выработка (подземная часть), в которой располагается автономный роботизированный комбайновый комплекс: горный комбайн и самоходный вагон. С одной стороны из кубиков Lego Classic разного размера выполнена стенка, имитирующая по цвету горную породу калийной шахты. Надстройка для комбайнового комплекса выполнена из кубиков и пластин Lego Classic высотой около 5 см. Со стороны стенки установлен горный комбайн, обращенный режущим органом в сторону стенки. За комбайном располагается самоходный вагон, который доставляет руду от комбайна до места разгрузки (скважины с перегружателем).



Комбайн состоит из неподвижного шасси на колесах от Lego Wedo 2.0, рамы для крепления режущего органа и транспортера из конструктора Lego Mindstorms EV3. Режущий орган комбайна приводится в движение при помощи мотора Lego Wedo 2.0, далее следует прямая зубчатая передача, которая приводит во вращение планетарный редуктор, на концах которого закреплены лучи с осями. При включении мотора вращательное движение передается через зубчатую передачу на планетарный редуктор, который приводит во вращение лучи и валы, расположенные на них. При вращении лучей валы передают вращение на коническую передачу, которая приводит в движение режущие диски на краях лучей. Благодаря применению планетарного редуктора, происходит одновременное вращение лучей и режущих дисков на их концах в разных плоскостях, при этом плоскость вращения дисков постоянно меняется, т.к. лучи вращаются. Транспортер состоит из рамы и двух

зубчатых колёс (ведущего и ведомого), которые приводят во вращение натянутую через них гусеницу (транспортёрную ленту), собранную из траков Lego Mindstorms EV3. На траках установлены резиновые вставки. Вращение гусеницы осуществляется при помощи мотора Lego Wedo 2.0 через коническую передачу (два конических зубчатых колеса, расположенные под 90 градусов относительно друг друга). Слева и справа от транспортёра сделаны бортики для предотвращения падения груза (кубиков 2x2). С правой стороны на транспортёре расположен смартхаб Lego Wedo 2.0 для управления моторами комбайна.

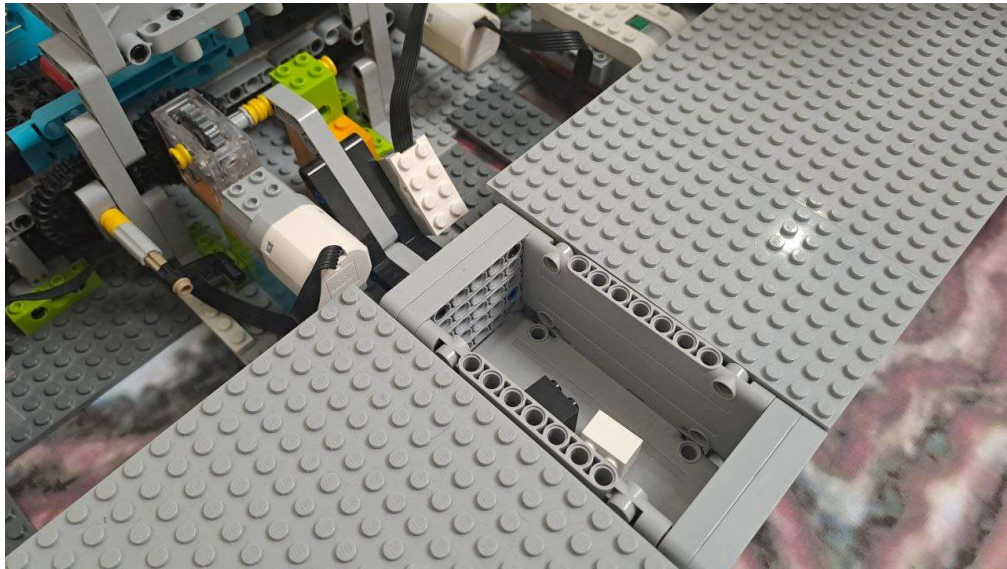


Самоходный вагон состоит из подвижного шасси на колесах от Lego Wedo 2.0, рамы для крепления смартхабов моторов и донного конвейера из конструктора Lego Mindstorms EV3. Самоходный вагон приводится в движение с помощью привода задней оси через прямую зубчатую передачу. Донный конвейер состоит из рамы и двух зубчатых колёс (ведущего и ведомого), которые приводят во вращение натянутую через них гусеницу (транспортёрную ленту), собранную из траков Lego Mindstorms EV3. На траках установлены резиновые вставки. Вращение гусеницы осуществляется при помощи мотора Lego Wedo 2.0 напрямую от оси. Слева и справа

от транспортёра сделаны бортики для предотвращения падения груза (кубиков 2x2). С правой и левой стороны на донном конвейере расположены два смартхаба Lego Wedo 2.0 для подключения датчика расстояния и управления моторами самоходного вагона. Справа по ходу движения самоходного вагона под углом 90 градусов установлен датчик расстояния Lego Wedo 2.0. датчик необходим для определения места загрузки руды у комбайна и места выгрузки руды у скважины. Для определения мест загрузки и выгрузки руды у надстройки установлены столбики из кубиков 4x1 высотой 6 кубиков.



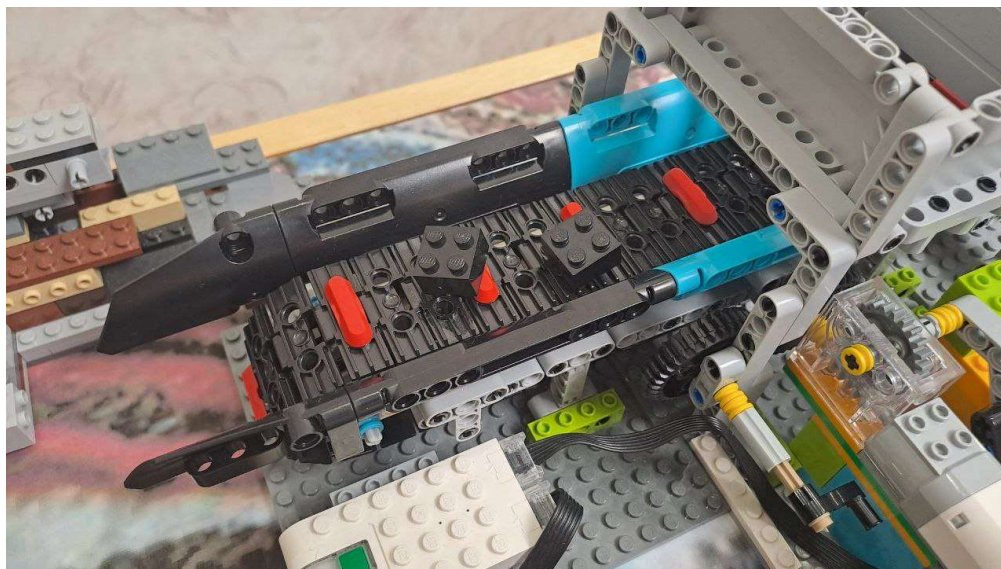
Примерно в середине надстройки выполнен разрыв полотна, в него устанавливается скважина, куда самоходный вагон высыпает кубики. Скважина представляет из себя короб прямоугольной формы, собранный из балок и панелей конструктора Lego Technic. С задней стороны скважины крепиться рычаг механизма перегружателя, который через ось соединяется с червячным редуктором. К червячному редуктору через ось присоединяется мотор Lego Wedo 2.0. При вращении мотора редуктор поднимает рычаг с коробом в вертикальное положение и происходит сброс руды (кубиков) в приёмный бункер робота-сортировщика. Также для определения момента подъема короба в конце надстройки в зоне парковки самоходного вагона установлен датчик расстояния Lego Wedo 2.0, который фиксирует приезд вагона после разгрузки. Мотор перегружателя и датчик расстояния подключены к смартхабу Lego Wedo 2.0. Также для определения момента поднятия перегружателя на рычаге установлен датчик наклона Lego Wedo 2.0. Датчик наклона подключен в отдельный смартхаб (смартхаб конвейера, будет описан далее).



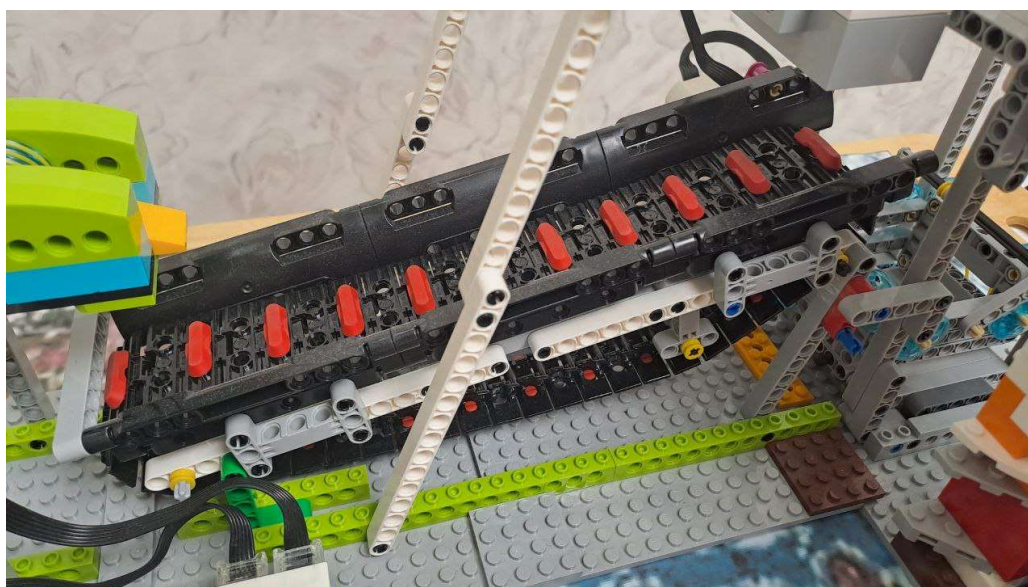
Приёмный бункер представляет из себя короб прямоугольной формы, собранный из балок и панелей конструктора Lego Technic. Приёмный бункер поднят над основанием при помощи балок Lego Mindstorms EV3, такая конструкция необходима для того, чтобы ось конвейера могла свободно пройти под бункером. Робот-сортировщик расположен слева от приёмного бункера и поднят на аналогичную высоту с помощью балок. Корпус робот-сортировщика собран из пластин и кубиков Lego Wedo 2.0. В основании сортировщика расположен небольшой транспортёр, собранный из ведущих и ведомых шкивов и натянутых через них резинок, образуя ременную передачу. Ведущие шкивы приводятся во вращение при помощи мотора Lego Wedo 2.0 напрямую от оси. На уровне верхней ветви транспортера под углом 90 градусов относительно оси движения, расположен датчик расстояния Lego Wedo 2.0, в данном случае он используется как датчик отраженного света (датчик цвета: черный или белый). Выше датчика собрана направляющая труба для руды (кубиков), по которой кубики падают на транспортёр напротив датчика цвета. В зависимости от цвета кубика транспортёр робота-сортировщика вращается и сбрасывает кубики в левую (черные) или правую (белые) сторону. В основании проекта на пластине установлен смартхаб Lego Wedo 2.0, к которому подключены мотор и датчик робота-сортировщика. Робот-сортировщик запускается при поступлении сигнала от датчика наклона, расположенного на рычаге перегружателя.



С левой стороны от робота-сортировщика в основании на пластинах установлен конвейер с вращением в левую сторону. На данный конвейер поступают отходы (кубики черного цвета) после робота-сортировщика. Конвейер состоит из рамы и двух зубчатых колёс (ведущего и ведомого) Lego Mindstorms EV3, которые приводят во вращение натянутую через них гусеницу (транспортёрную ленту), собранную из траков Lego Mindstorms EV3. На траках установлены резиновые вставки для лучшего захвата кубика. Вращение гусеницы осуществляется при помощи мотора Lego Wedo 2.0 напрямую от оси. Слева и справа от транспортёра сделаны бортики для предотвращения падения груза (кубиков 2x2). Часть конвейера проходит под приёмным бункером. Мотор конвейера подключен к смартхабу Lego Wedo 2.0, установленному в основании возле конвейера. Также к данному смартхабу подключен датчик наклона перегружателя (описан ранее).

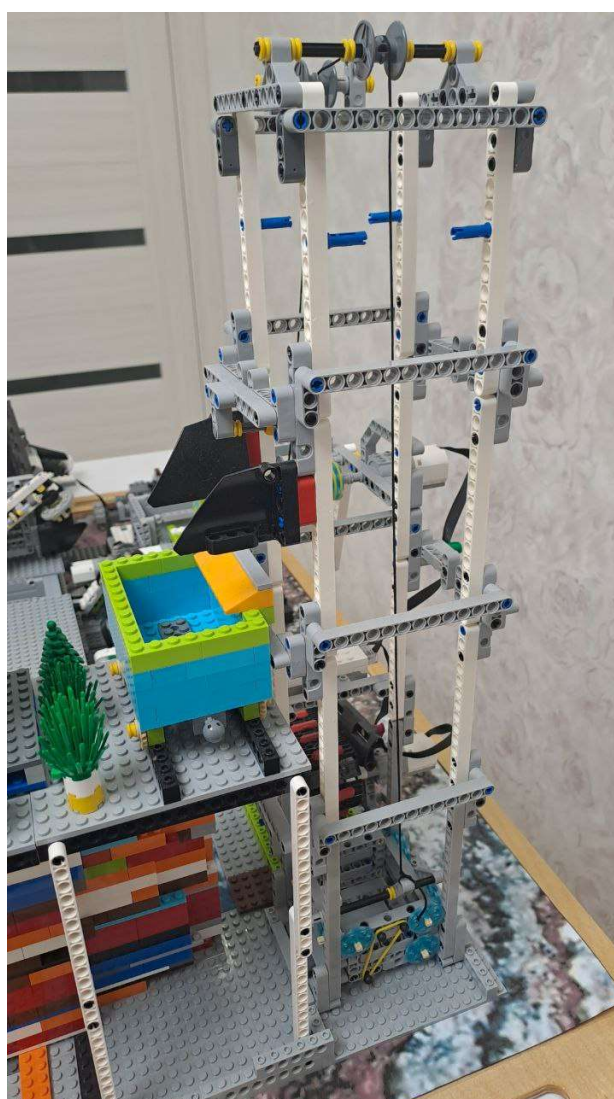


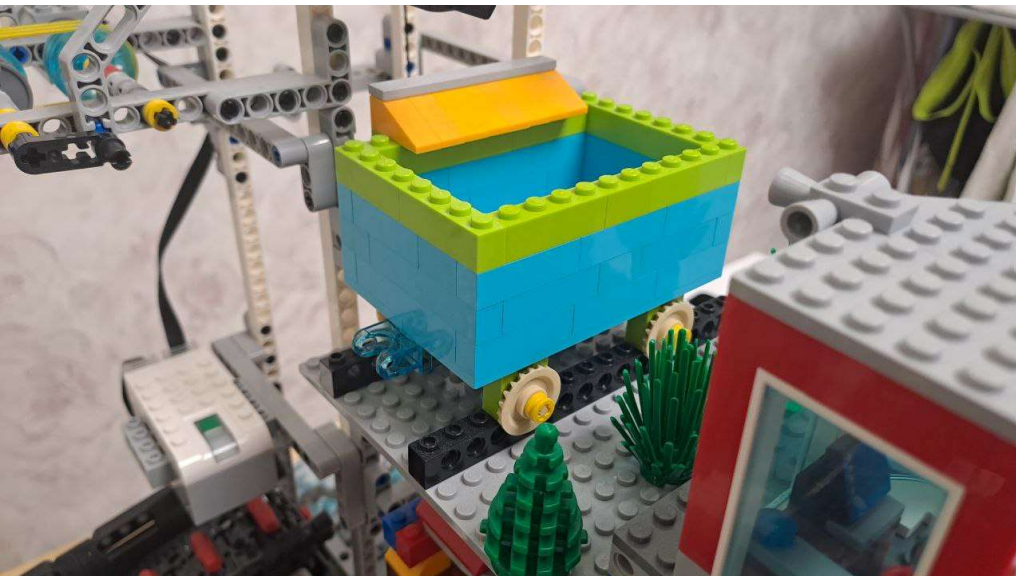
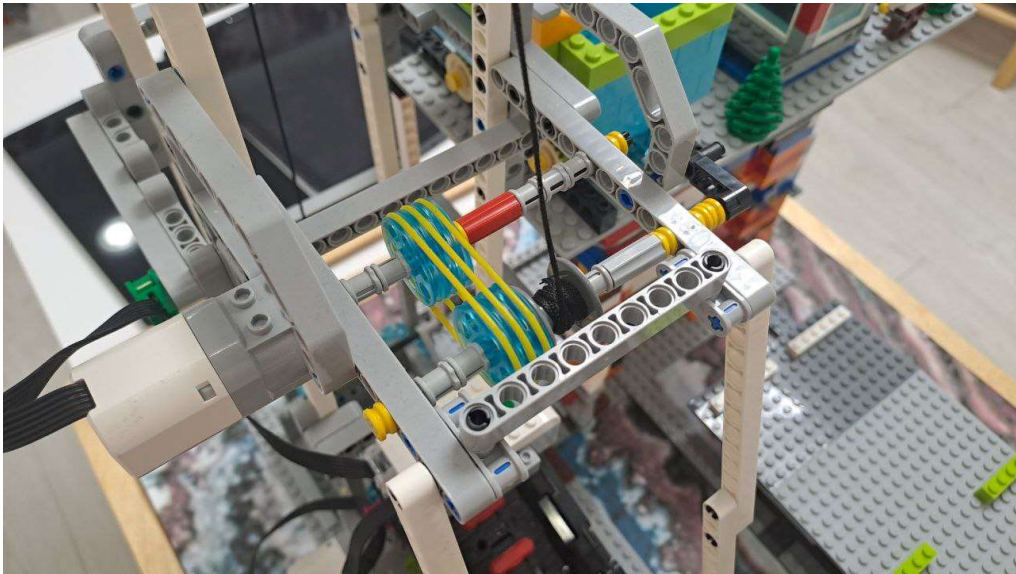
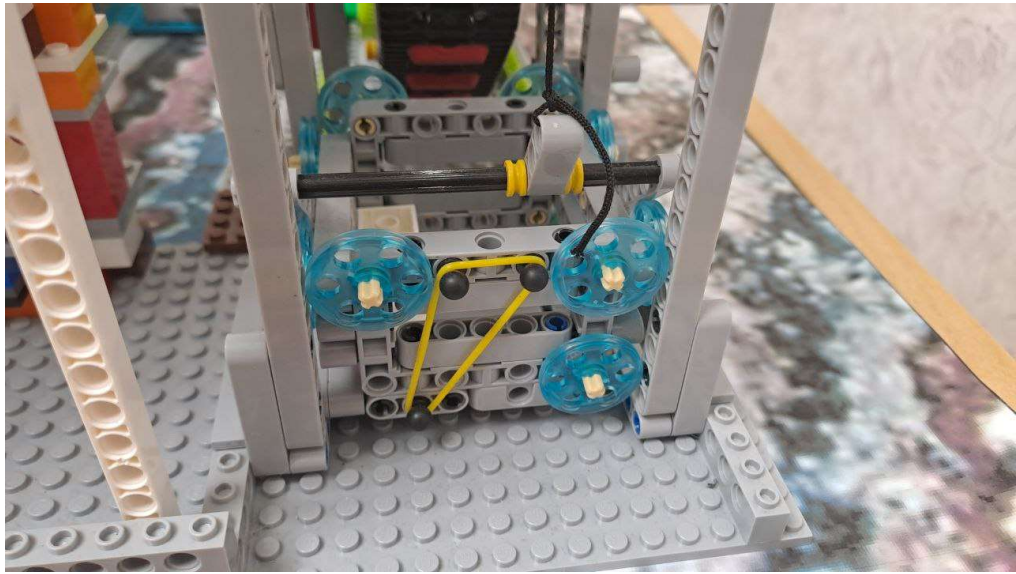
С правой стороны от робота-сортировщика в основании на пластинах установлен конвейер с вращением в правую сторону. На данный конвейер поступают удобрения (кубики белого цвета) после робота-сортировщика. Конвейер состоит из рамы и двух зубчатых колёс (ведущего и ведомого) Lego Mindstorms EV3, которые приводят во вращение натянутую через них гусеницу (транспортную ленту), собранную из траков Lego Mindstorms EV3. На траках установлены резиновые вставки для лучшего захвата кубика. Вращение гусеницы осуществляется при помощи мотора Lego Wedo 2.0 напрямую от оси. Слева и справа от транспортёра сделаны бортики для предотвращения падения груза (кубиков 2x2). Конвейер имеет наклон с подъемом в сторону шахтного ствола для возможности сброса кубиков в скип.



Шахтный ствол установлен в основании на пластине. Ствол собран из балок Lego Mindstorms EV3 и Lego Technic. Представляет из себя квадратное сооружение большой высоты, в верхней части которого расположены шкивы для протягивания каната. Слева сбоку расположена консоль из балок для крепления мотора Lego Wedo 2.0, червячной передачи и лебедки. К лебедке одним концом крепится трос (шнур из набора Lego Wedo 2.0), с другого конца троса располагается скип. Скип представляет

из себя короб, собранный из балок Lego Mindstorms EV3, который предназначен для приёма удобрений (кубиков 2x2) и последующего подъема их наверх. Снизу скипа сделана наклонная пластина, которая закреплена одной стороной штифтами к нижней части скипа. С другой стороны наклонной пластины закреплены резинки для прижима к скипу. Со всех сторон скипа установлены шкивы, которые обеспечивают центровку внутри шахтного ствола. Когда скип поднимается вверх, наклонная пластина скипа зацепляется за выступ (штифт) и отклоняется вниз, открывая при этом скип. Это позволяет кубикам высыпаться из скипа. Вместе разгрузки скипа установлена надстройка из пластин Lego Classic, которая опирается на стенку шахтной выработки (описана в начале) и дополнительные балки. На пластине установлен жд вагон, собранный из кубиков и деталей Lego Wedo 2.0, в который ссыпаются кубики из скипа. Рядом с вагоном установлена будка оператора и зеленые насаждения.

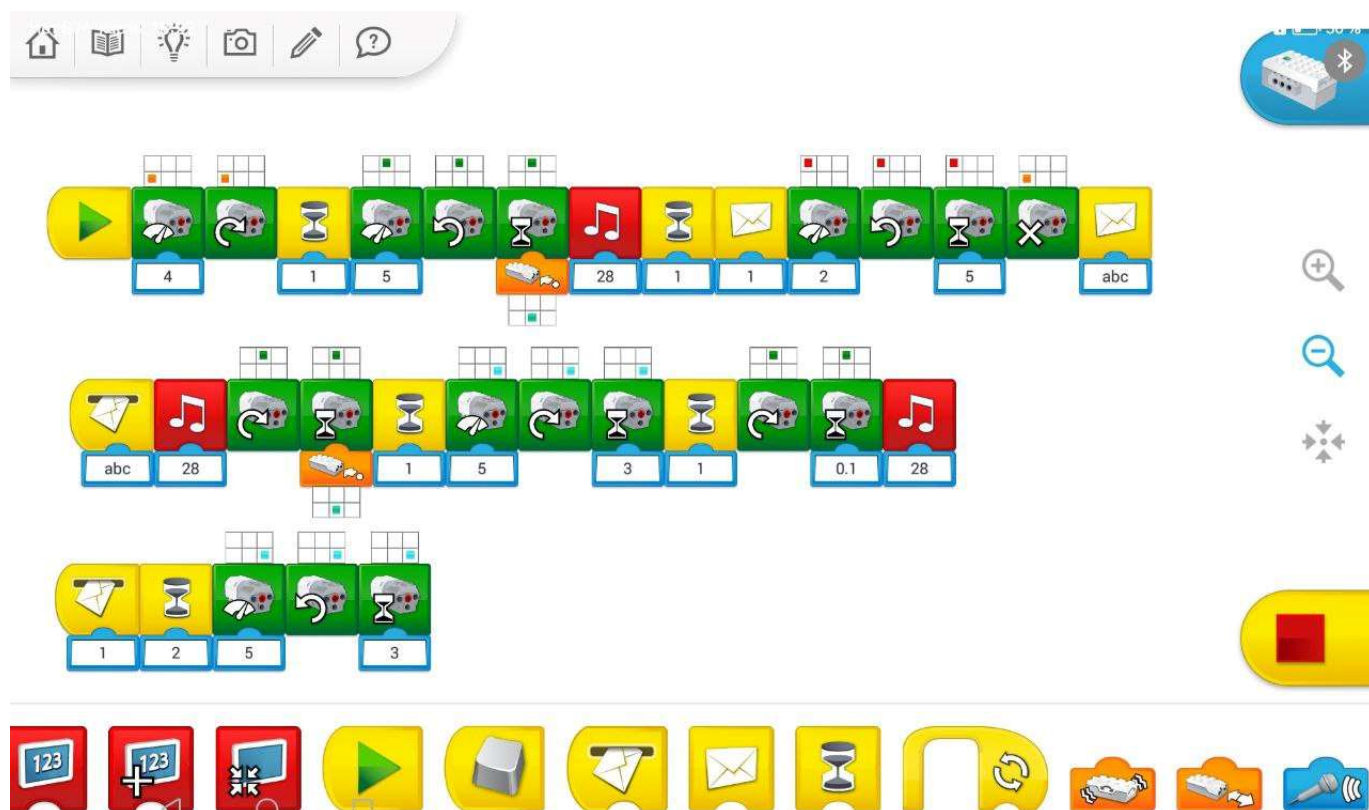






ОПИСАНИЕ АЛГОРИТМОВ.

Алгоритм управления расположен на трех планшетах. Первый и второй планшет управляют шестью (по три на каждый) смартхабами Lego Wedo 2.0. Третий планшет управляет одним смартхабом Lego Wedo 2.0. Алгоритмы описаны в порядке их следования.



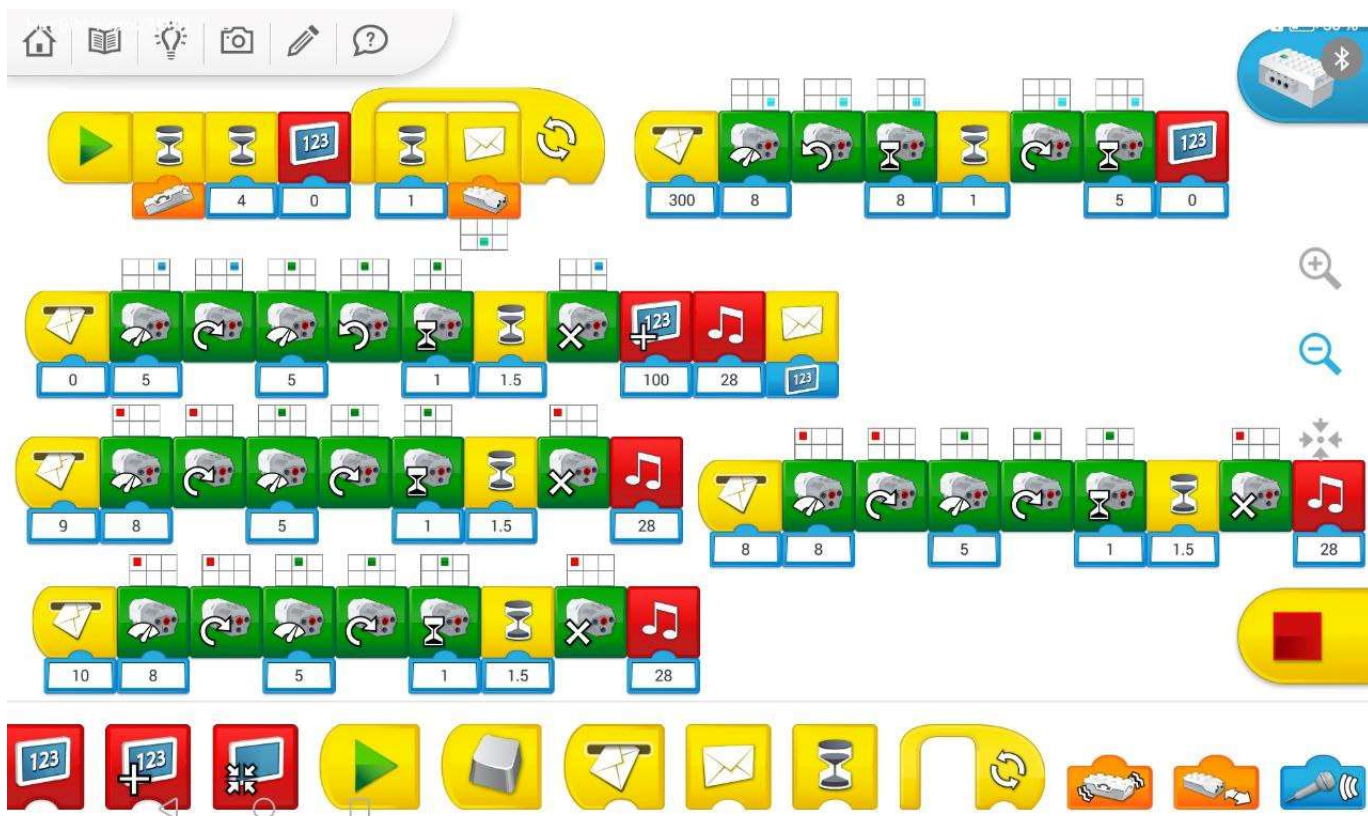
Алгоритм планшета №1.

При нажатии кнопки Пуск происходит запуск мотора режущего органа комбайна, через 1 секунду запускается мотор самоходного вагона для перемещения в сторону комбайна. При обнаружении датчиком столбика №1 (место загрузки) самоходный вагон останавливается и издаёт звук. Далее на 5 секунд запускается транспортёр комбайна для подачи руды на самоходный вагон, при этом через 2 секунды запускается донный конвейер на 3 секунды самоходного вагона для протяжки руды в кузове. По окончании загрузки издается звуковой сигнал. После этого запускается мотор самоходного вагона в обратную сторону для движения назад. При обнаружении датчиком столбика №2 (место разгрузки) самоходный вагон останавливается и выдерживается пауза в 1 секунду. Далее запускается донный конвейер самоходного вагона в обратную сторону на 3 секунды и разгружает руду в скважину. После этого выдерживается пауза 1 секунда и запускается мотор самоходного вагона для движения назад на 0,1 секунды в место парковки.



Алгоритм планшета №3.

При нажатии кнопки Пуск запускается ожидание сигнала от датчика расстояния (на приближение), датчик расположен в зоне парковки самоходного вагона. Когда самоходный вагон подъезжает в зону парковки, датчик расстояния срабатывает, выдерживается пауза 1 секунда и запускается мотор подъема перегружателя длительностью 3,6 секунды. Перегрузатель поднимается, высыпает руду в бункер, ожидает 1 секунду, запускается мотор перегружателя в другую сторону (на опускание) длительность 3 секунды.



Алгоритм планшета №2.

При нажатии кнопки Пуск запускается ожидание сигнала от датчика наклона (наклон назад), датчик расположен на рычаге перегружателя. Когда перегружатель поднялся вверх, срабатывает датчик наклона, выдерживается пауза 4 секунды, в переменную (подсчёт отгруженных удобрений – белых кубиков) записывается значение 0 и запускает цикл с отправкой значения датчика цвета (датчик расстояния работает на измерение уровня отраженного сигнала – белый или черный цвет), установленного на работе сортировщика. В сортировщик опускается кубик белого или черного цвета (руда для сортировки). Если с датчика поступает значения от 8-10, то это черный кубик (отходы). Далее запускается мотор левого конвейера (на закладку отходов) и запускается мотор работа-сортировщика длительностью 1 секунда в сторону левого конвейера. Отходы падают с работа-сортировщика на конвейер, далее выдерживается пауза 1,5 секунды, за это время отходы перемещаются по конвейеру и сбрасываются. По окончании работы конвейера издаётся звуковой сигнал. Если с датчика поступает значение 0, то это белый кубик (удобрения). Далее запускается мотор правого наклонного конвейера (к стволу в скип) и запускается мотор работа-сортировщика длительностью 1 секунда в сторону правого конвейера. Удобрения падают с работа-сортировщика на конвейер, далее выдерживается пауза 1,5 секунды, за это время удобрения перемещаются по конвейеру и сбрасываются в скип. По окончании работы конвейера издаётся звуковой сигнал и переменной присваивается значение +100. При достижении переменной значения 300 (прошло в по конвейеру в скип 3 кубика) включается мотор шахтной подъемной установки длительность 8

секунд и скип с удобрениями перемещается вверх в зону разгрузки в вагон. Далее выдерживается пауза 1 секунда, чтобы удобрения успели упасть из скипа в вагон, после этого мотор подъемной установки скипа включается в обратную сторону длительность 5 секунд и скип опускается вниз, при этом счётчик принимает значение 0. Т.к. алгоритм может одновременно работать только с одним значением, было выполнено разделение показаний датчика от 0-10 и счетчика пройденных кубиков от 0 до 300, иначе алгоритм путает значения и выполняет ложные действия.

Для того чтобы весь проект работал без участия человека, необходимо перед запуском алгоритма планшета №1 запустить предварительно алгоритмы на планшетах №2 и №3. Алгоритмы на планшетах №2 и №3 начнут выполняться только после поступления сигналов от датчиков.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОЕКТА.

1. Так как самый старший участник команды имеет опыт конструирования и программирования конструктора Lego Spike Prime, рассматривается возможность замены робота-сортировщика на робот-манипулятор, который самостоятельно будет определять цвет кубика, захватывать его с линии подачи и перемещать на соответствующий конвейер. Появится возможность использования кубиков разных цветов.
2. Реализовать дополнительный механизм передачи кубиков из приёмная бункера на линию подачи для сортировки. Это позволит полностью вмешательство команды в работу робота (проекта).
3. При реализации дополнительного механизма передачи кубиков появится возможность создание диорамы (задней стенки) с прорисовкой подземной и поверхностной части проекта.