

ГБОУ средняя школа №255
Адмиралтейского района Санкт-Петербурга

КОМАНДА «СПАСАТЕЛИ»

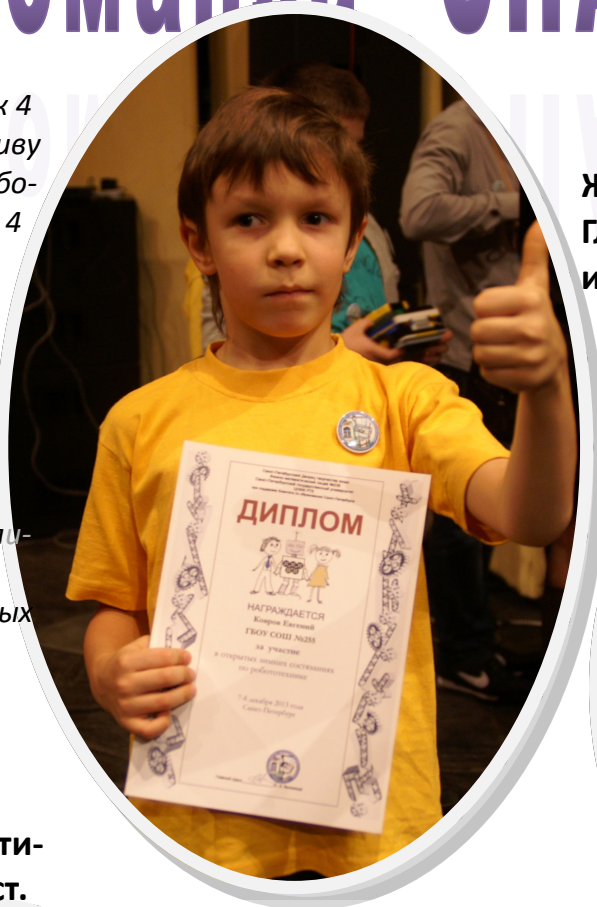
Роботизированный комплекс
подсчета и идентификации багажа
при погрузке на борт
воздушного судна

Инженерная книга



Наша команда "СПАСАТЕЛИ"

Я, Ковров Евгений, ученик 4 "а" класса. Я родился и живу в Санкт-Петербурге. Робототехникой занимаюсь 4 года. Помимо этого я увлекаюсь футболом. В проекте я, в основном, занимаюсь программированием роботов. Наша команда раньше специализировалась на спасении людей в труднодоступных горных условиях.



Женя Ковров
Главный программист
и конструктор

Катя Гаврилова
3D-дизайнер, видео-монтажер, по совместительству программист.



Саша Петренко — автор идеи, ответственный за сбор информации, конструктор



Еще в детском саду я хотел пойти на робототехнику, потому что очень любил играть в ЛЕГО. У меня дома 6 коробок ЛЕГО. Но в Дворце творчества юных меня не взяли, сказали, что рано. Поэтому в 1 классе я пошел в кружок робототехники в школе. Мне понравились ребята в кружке, и я с ними подружился. За три года я научился создавать ЛЕГО роботов и программировать их, я научился придумывать конструкции, которые могут работать, я начал понимать, как работает умная техника. Когда я вырасту, мне бы хотелось создать бизнес в сфере высоких технологий, как у Илона Маска.

Я — Гаврилова Екатерина Александровна, живу в Адмиралтейском районе города Санкт-Петербурга. Учусь в 4а классе 255 школы. Я хожу на такие занятия, как 3D моделирование, конструирование, программирование, пение, хореография и хип-хоп. Я не единожды была победительницей разных конкурсов. Несмотря на мои нынешние занятия я хочу стать - психологом.

Я два года занимался в кружке ракетостроения — делал ракеты и запускал их с папой на даче, но кружок уже закрылся. По воскресеньям я слушаю лекции в Детском Университете при Политехническом университете, хожу на кружок физики каждую неделю. У меня в голове всегда есть вопросы, и там я получаю ответы на них, это интересно.



Леша Загоскин
Лаборант-исследователь,
ассистент «на все руки ма-

Меня зовут Алеша, мне 9 лет. Я учусь в 3 классе, мои любимые предметы – математика и физкультура. Мне нравится заниматься робототехникой. Еще я люблю играть в футбол и в шахматы. В свободное время я люблю гулять в парке, кататься на роликах, а зимой

Я, Соня Геращенко, учусь в классе вместе с Сашей Петренко и Лешей Загоскиным. Я очень люблю рисовать, участвовать в творческих конкурсах. Кроме того, я занимаюсь в музыкальной школе и увлекаюсь цирком.

В этот проект я пришла как оформитель, робототехникой занимаюсь с прошлого года и мне это очень нравится.

Соня Геращенко
Дизайнер-оформитель, ассистент
«на все руки мастер»



Наша команда «Спасатели» возникла в феврале 2016 года.

Тогда был задуман и выполнен проект снегоуборочной техники, предназначенной для спасения людей при сходе снежных лавин.

Название команды нам нравится, и мы решили его не менять. Любой проект, если он полезный, решает задачу, важную для людей, и значит мы—создатели проекта—будем спасать кого-то или что-то от проблем, решая данную задачу.

В этом проекте мы спасаем багаж от небрежного обращения и потерь.

Краткое описание проекта

Актуальность

Актуальность проекта подтверждена анализом аналогов автоматизированных линий в аэропортах городов:

Санкт-Петербург (<https://www.youtube.com/watch?v=xjiD9aP4oNQ>)

Москва (https://vk.com/video188145722_456239020?list=273a8a7e3cbf82726d)

Амстердам (https://vk.com/away.php?to=https%3A%2F%2Fwww.youtube.com%2Fwatch%3Fv%3DCqejei5WNcw&post=-58131358_356)

Франкфурт (<https://www.youtube.com/watch?v=MKk1UOFHGQg>)

Лондон (<https://www.youtube.com/watch?v=Wn8qogHH9bM>)

Хельсинки (<https://www.youtube.com/watch?v=1m2WPDXPYKo>)

Цель проекта

Создание прототипа автоматизированной линии погрузки багажа при обеспечении его сохранности и улучшенном сервисе пассажиров.

Задачи проекта

1. Изучить аналоги автоматизированных линий в аэропортах.
2. Разработать идею проекта.
3. Собрать макет проекта на базе конструктора Lego и вспомогательных конструктивных материалов (лазерная резка фанеры, печать на 3D принтере), датчиков и др. дополнительных устройств.
4. Разработать программу управления комплексом с визуализацией данных
5. Настроить работу макета, проанализировать плюсы и минусы, сделать выводы.

Используемые инструменты и технологии

Набор конструктивных элементов Lego Mindstorms NXT и EV3, датчики: освещенности, встроенные в моторы датчики угла поворота, мультиплексер – расширитель шины NXT, датчики касания, датчик ультразвука, камера Vision Subsystem v4 for NXT&EV3. Программная среда NI LabVIEW2012, 2014

Идеи проекта

Разработать систему бережной транспортировки багажа на основе небольших контейнеров, в которые погружается багаж, отсортированный по рейсам. Такой подход позволит улучшить сервис транспортировки, предохранить багаж от случайных повреждений. Для реализации идеи разработан конвейер, который позволяет разделять багаж по рейсам и аккуратно укладывать его по разным контейнерам, не повреждая.

Для лучшего управления сортировкой багажа конвейер сделан из отдельных секций, модулей, с самостоятельным управлением. Замена длинной ленты транспортера набором модулей облегчает разделение багажа, и управление его перемещением, делает удобнее ремонт и обслуживание конвейера. Каждый модуль управляется независимо, а согласованная работа модулей обеспечивается единой информационной SCADA-системой. Уложенные в контейнеры единицы багажа транспортируются к месту сбора в целостности и сохранности, защищаются от повреждений и загрязнений. Упакованные контейнеры, доставляются к самолету и погружаются на борт. Для этого используются маленькие электромобили, позволяющие автоматически грузить и разгружать контейнеры с багажом. Для аккуратного удержания багажа используются электромагниты, управляемые от контроллеров. Идентифицировать багаж предполагается по qr-кодам, другим специальным меткам с использованием машинного зрения, что позволит определять хозяина багажа, его рейс и город следования.

Макет состоит из следующих элементов:

Макет проекта

Каркас конвейера из lego-деталей с транспортером, который состоит из 4 секций (модули транспортной ленты на гусеницах RCX и EV3 Medium Motor) и вращаются под управлением контроллера NXT, обеспечивая разделение багажа и его перемещение к контейнерам назначения.

Контейнеры из lego-деталей.

Датчики наличия багажа на ленте транспортера, датчики идентификации багажа (на каждой секции).

Толкатели, перемещающие багаж в контейнеры (на каждой секции, кроме первой приемной), выполненные из фанерных деталей и элементов lego и управляемые через NXT.

Мультиплексор NXT, расширяющий количество управляемых портов двигателей.

Электромобили с подъемниками на базе lego-NXT, оборудованные электромагнитами, для захвата, погрузки и разгрузки контейнеров.

Конструктивные элементы макета дополнены деталями, смоделированными в САПР PTC CREO Parametric и распечатанными на 3D-принтере.

Программное обеспечение

Программа управления комплексом разработана в визуальной среде NI LabVIEW2012 и позволяет представить данные в режиме реального времени в виде SCADA-системы управления конвейером. Программный комплекс отслеживает заполнение конвейеров, вызывает электрокары, считает погруженный багаж и заносит сведения в базу данных.

Результат

Получена версия работоспособного макета, разработан программный комплекс, предложены конструктивные решения конвейера и электромобиля.

А самое главное – мы так много узнали и так многому научились!

График выполнения проекта

№ недели	ЖЕНЯ Программист, главный конструктор	КАТЯ 3D-конструктор, Видео-монтажер, программист	САША Конструктор, ответственный за сбор информации	ЛЕША Лаборант-исследователь, «на все руки мастер»	СОНЯ Дизайнер-оформитель, ассистент «на все руки мастер»
1 (5-11 декабря)	«Зеркальный» Изучение электротехники	«Зеркальный» Обучение 3D-моделированию	Проработка идеи	Проверка и калибровка датчиков	
2 (12-18 дек.)	Обсуждение идеи и составление плана работы. Формирование команды, распределение ролей. Обсуждение и выбор темы. Разработка модуля конвейера.				
3 (19-25 декабря)	Проработка машины состояния для конвейерной линии.	Анализ видеоматериалов и поиск недостатков	Подбор материалов в интернете по теме проекта	Сборка секций конвейера и контейнеров	Сборка секций конвейера и контейнеров
4 (26-28 декабря)	Реализация машины состояний на Lab-View/ Написание состояний программы.	Нарезка и монтаж документального видео об автомат. линиях сортировки багажа	Обработка информационных материалов об автомат. линиях сортировки багажа	Сборка толкателей из Лего деталей	Сборка толкателей из Лего деталей

5 (9-15 января)	Отладка программы конвейера. Краткое описание программ.	Разработка сценария ролика, запись и монтаж видео	Отладка конструкции конвейера и толкателей. Краткое описание проекта.	Запись видео проекта	Изготовление муляжей багажа, покраска
15 января	Отправка материалов проекта и заявки. Обсуждение и планирование дальнейшего развития проекта				
6 (16-22 января)	Разработка разных вариантов конструкции погрузчика.	Разработка разных вариантов конструкции погрузчика.	Разработка разных вариантов конструкции погрузчика.	Анализ уровней напряжений на выходах NXT.	Проработка макета самолета
7 (23-29 января)	Выбор оптимального варианта конструкции погрузчика.	Изучение работы электромагнита и испытания при питании от внешнего источника напряжения			Проработка макета самолета

8 (30 янв.. – 5 февраля)	Отладка конструкции погрузчика	Моделирование и печать деталей для крепления электромагнита	Отработка конструкции погрузчика	Разработка новой модели толкателя	Разработка полигона с разметкой для движения погрузчика
9 (6-12 февраля)	Проработка машины состояния для погрузчика. Реализация машины состояний на LabView	Моделирование и печать деталей для контейнеров	Разработка конструкции терминала погрузки и отгрузки контейнеров	Разработка новой модели толкателя	Макетирование полигона с разметкой для движения погрузчика
10 (13-20 февраля)	Реализация машины состояний на Lab-View/ Написание состояний программы.	Реализация машины состояний на Lab-View. Написание состояний программы.	Разработка конструкции терминала погрузки и отгрузки контейнеров	Запись видео проекта	Макетирование полигона с разметкой для движения погрузчика
11 (21-28 февраля)	Отладка программ и конструкция погрузчика	Отладка программ и конструкция погрузчика	Отладка программ и конструкция погрузчика	Отладка программ и конструкция погрузчика	Отладка программ и конструкция погрузчика
(24 февраля)	Повторная отправка материалов проекта				

12 (27 февраля-5 марта)	Комплексная отладка программ макета конвейера и погрузчика	Моделирование фанерных конструкций	Разработка полигона в CorelDraw	Сборка новых толкателей	Разработка новой модели самолета
13 (6-12 марта)	Комплексная отладка программ макета конвейера и погрузчика	Комплексная отладка программ макета конвейера и погрузчика	Комплексная отладка программ макета конвейера и погрузчика	Сборка фанерных конструкций	Сборка фанерных конструкций
(13 марта)	Упаковка макета и материалов проекта				



1-Я НЕДЕЛЯ

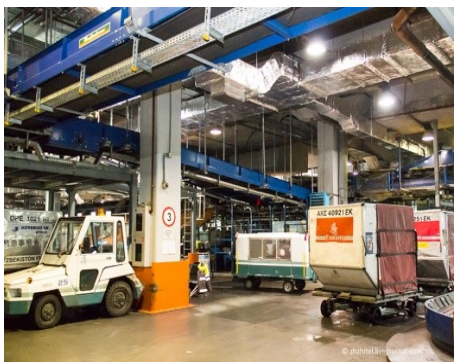
ЧТО МЫ УЗНАЛИ?

Принципы доставки и сортировки багажа в аэропортах (результаты обзора аналогов)



Оформление принадлежности багажа с предварительным разделением на багаж бизнес-класса (1) и эконом-класса (2) и трансфера (3) для транзитных пассажиров;

При регистрации пассажира на багаж крепится бирка со штрих-кодом, для трансфера дается дополнительная бирка с указанием необходимости перегруза на другой самолет. Пассажиру выдают квитанцию на получение багажа.



Контроль безопасности багажа. Весь багаж по ленте отправляется на участок досмотра: 1 уровень - на автоматический интроскоп, 2 уровень - полученное изображение отправляется на рабочую станцию сотрудника службы безопасности на предмет нахождения запрещенных веществ и предметов, 3 и 4 уровень - при необходимости проводится дополнительный просмотр на дифрактометре и томографе. Весь багаж проходит сканирование на наличие взрывчатых веществ и запрещенных предметов, анализ радиационного фона. Досмотр тоже автоматизирован, дополнительно процесс контролируется людьми.



Начало движения багажа по конвейерной ленте. После контроля безопасности чемоданы отправляются по ленте, где и начинается сортировка багажа параллельно с доставкой к месту перегрузки на самолет. По конвейеру багаж доезжает до лифта, на котором спускается на первый этаж аэропорта.

Автоматическая система сортировки багажа (АССБ). После спуска вниз багаж попадает в огромный механизм - автоматическую систему сортировки багажа, где быстро и четко распределяются все чемоданы и сумки на нужные рейсы. Общая протяженность линий системы — несколько километров.

Изменение маршрута багажа происходит автоматически с помощью специальных устройств, похожих на створки ворот.



Контроль движения багажа. Автоматическая система сортировки багажа управляется с компьютера. Оператор может посмотреть все параметры разных участков системы.



Сканирование багажа. На ленте расположено множество сканеров для считывания штрих-кода. В нем находится вся информация о багаже: чей он, на какой рейс, масса и т. п. С момента регистрации система «знает», где находится багаж и куда его надо отправить. Наклейки расположены на разных плоскостях чемодана так, чтобы не пройти сканнер незамеченным. Оптические датчики на конвейерах позволяют контролировать передвижение багажа и своевременно направлять его по месту назначения. VIP багаж и негабаритный груз после контроля безопасности перемещается на отдельных лентах. Круглые сумки (мешки) обычно проходят ручную сортировку, т.к. бирки со штрих кодами не занимают нужного положения. У сотрудников, работающих с багажом, есть портативные сканеры.



Сортировка багажа по рейсам. Далее багаж попадает на ленту с сегментами. Часть ленты не сплошная, а состоит из отдельных кусочков, которые двигаются с разными скоростями. Сегменты ускоряются либо замедляются, чтобы чемодан мог лечь на определенный сегмент! С этого сегмента багаж сваливается в специальные отсеки (склизы), в которых собирается багаж определенного рейса для загрузки их на борт.



Склизы. Наверху мимо всех склизов движется главный конвейер, на каждой ячейке которого лежит по одному месту багажа. Система знает, на какой рейс нужно отправить именно этот багаж и знает, на какой ячейке конвейера он лежит. Как только ячейка с багажом оказывается напротив нужного склиза, она опрокидывается и багаж с горки съезжает в лоток. С момента сдачи чемодана до попадания в склиз проходит около 4 минут. У каждого склиза висит монитор, на котором отображается информация о рейсе. На один рейс работает несколько соседних склизов, и если один заполнен чемоданами, то их начинают собирать в соседний. В конце погрузки система выдает информацию о том, сколько багажа было зарегистрировано на рейс и сколько погружено на самом деле.



Доставка и погрузка в самолет. Из склиза багаж перегружается в контейнеры или тележки, которые цепляют к автомобилям и отвозят к борту самолета. Когда грузчики снимают багаж с лент, они еще раз сканируют его. Так система узнает, что вещи пассажиров покинули ленту. Использование контейнеров ускоряет процесс погрузки и выгрузки, но выбор способа транспортировки остается на усмотрение авиакомпании. Весь багаж должен быть загружен на борт за 12 минут до вылета.



По прибытию самолета грузы перегружают на длинную ленту, к которой подвозят тележки с чемоданами и просто их перегружают на ту ленту, по которой они сразу же и отправляются в зал получения багажа. Здесь вылавливают трансфертный багаж, который отправляют сразу к склизу, где собирается багаж на следующий рейс.

На выдаче багажа оборудованы «карусели». Здесь пассажиры ждут своего чемодана.

ВЫВЛЕННЫЕ НЕДОСТАТКИ

- И НАШИ ИДЕИ

По длинным линиям транспортёров перемещаются чемоданы, подая, ударяясь и повреждаясь.

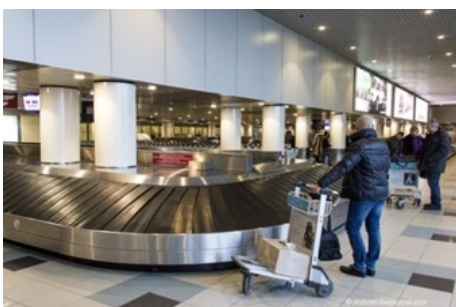
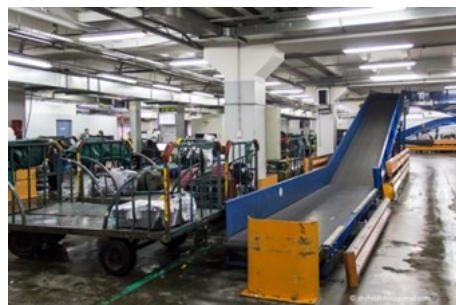
- А давайте наковать чемоданы в контейнеры и перемещать далее по линиям конвейера эти контейнеры...

В самолет чемоданы загружают нередко вручную и грузчики не очень оберегают багаж от ударов!

- А давайте оснастим электромобили подъемниками и автоматически погрузим контейнеры в самолет...

Багаж нередко теряют, путают пункт назначения и доставляют этим неудобство пассажирам.

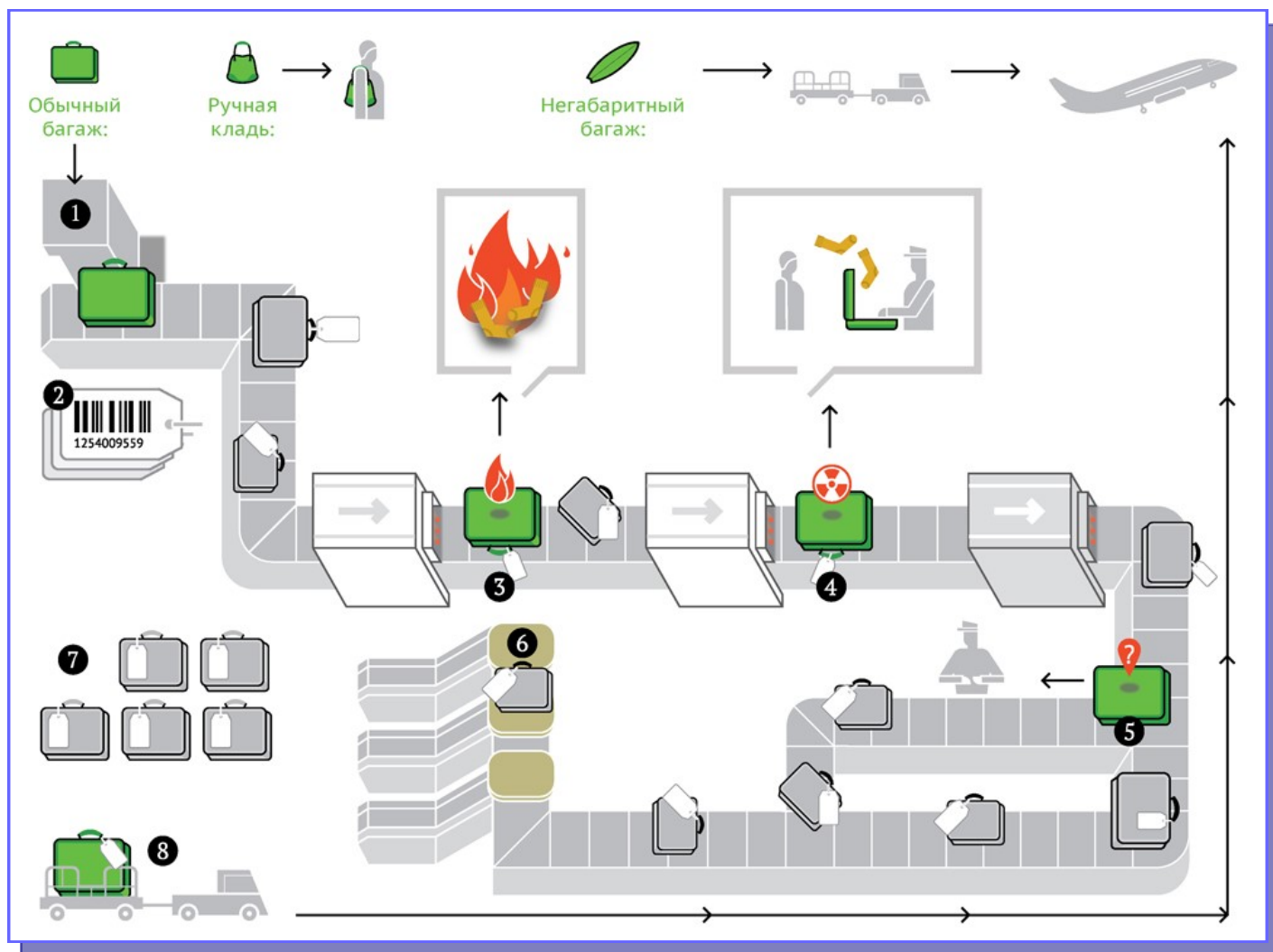
- А давайте сделаем автоматическую систему слежения за перемещением багажа!



Актуальность

Из просторов интернета:

«...С начала сезона отпусков аэропорт Пулково регулярно становился темой для обсуждения. Вылетавшие из него пассажиры часто оставались по прибытии на курорты без чемоданов. Интернет-газета «Бумага» выяснила, как устроена новейшая система сортировки багажа в открывшемся не так давно терминале аэропорта. Новый терминал аэропорта Пулково открылся 4 декабря 2013 года и начал принимать первых пассажиров в рамках тестовой эксплуатации. С лета 2014 года все пассажирские рейсы, за исключением рейсов деловой авиации, выполняются с этого аэровокзала.



Сообщения о сбоях в работе багажной системы аэропорта поступали регулярно. В канун майских праздников более 40 человек, прилетевших в Турцию, не обнаружили на транспортере своих вещей. С теми же проблемами столкнулись еще 28 туристов, прилетевших в Грецию. Следующий крупный сбой произошел в июне. Из-за ложного срабатывания противопожарной системы прекратила работу система сортировки багажа. Половина пассажиров, летевших в Германию, по прибытии остались без сумок. С такой же проблемой столкнулись пассажиры рейса Санкт-Петербург — Сочи...»

Все автоматизировано? Проблем нет? Мы так не считаем!

Можно позаботиться о сервисе пассажиров лучше!



Я много узнал из интернета о системах транспортировки багажа и понял, что здесь есть над чем подумать!!!

- С нашими чемоданами обращаются не очень бережно, нужно их защитить во время транспортировки, например, контейнерами.
- Чтобы багаж не терялся, нужно за ним все время наблюдать, управлять с пульта диспетчера.
- Что будет, если у длинной ленты транспортера произойдет авария? Весь багаж будет поврежден!
- Почему в наше время багаж в самолет грузят вручную?



А мы, с Катей, были в это время в лагере «Зеркальный» на технической смене. Там нам удалось узнать много нового.

Я, Женя, познакомился с основами электротехники. Научился собирать электрические схемы из конструктора «Знаток» и немного паять.



А я познакомилась с основами моделирования в среде PTC CREO Parametric, разработала несколько сувениров, напечатала их на 3D-принтере. Научилась пользоваться штангенциркулем, немного читать чертежи и разрабатывать несложные детали по заданным размерам.

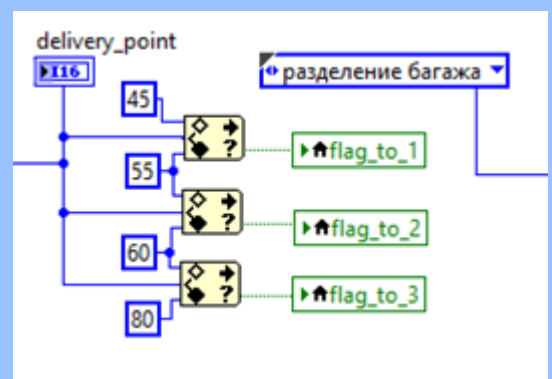


Мне было поручено исследовать характеристики датчиков освещенности. Я пришел к удивившему меня выводу— разные датчики показывают разные значения в одних и тех же условиях.

Мне нужно было выбрать 4 датчика освещенности из наборов Lego NXT. И определить, как они реагируют на разные цвета и освещенность. Я выбрал один датчик с самым большим разбросом показаний и провел измерения на черном, сером и белом цветах.

Позже Женя вставил на основании моих измерений граничные числа в программу для определения цвета.

Процесс установки зависимости между измеряемой величиной и показаниями датчика называется КАЛИБРОВКА.



Я не сразу начала работать в проекте, так что на первой неделе я занималась интересным делом—рисовала 3D-ручкой.