
**ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ СРЕДНЯЯ
ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ШКОЛА № 255**
с углубленным изучением отдельных учебных предметов
Адмиралтейского района Санкт-Петербурга
190000, Санкт-Петербург, пер. Фонарный, д.4, тел.(812) 417-29-33
e-mail: sc255.adm@obr.gov.spb.ru, mail@school255.ru

**Отделение дополнительного образования детей
Студия “Имитационного моделирования. Robotech-255”**

**Проект “Мостовой кран”
Отчет о работе команды “Шпуньдики”**

Веряскин Иван
Яковлев Лукьян
Юдин Семен

Тренеры:
Ярмолинский Л.М.
Ярмолинская М.В.

Оглавление	
Оглавление	2
Презентация команды “ШПУНЬДИКИ”:	3
Краткая идея проекта	4
Этапы разработки проекта	5
Презентация роботизированного решения	8
Краткое описание проекта	8
Описание конструкции	8
Робот-кран	8
Робот-поезд	10
Робот - корабль (грузовое судно)	10
Описание программы	12
Общий алгоритм	12
Программа крана	12
Программа корабля	14
Программа поезда	14
Локальная сеть и сетевой протокол.	17
Декоративная часть проекта	17
Вместо заключения	18
Социальное взаимодействие и инновации	18
ОТЗЫВ Фурсова Павла Николаевича	18
Приложение	20
Справка о портах Балтийского моря и Санкт-Петербурга	20
ФОТООТЧЕТ о проекте	24

Презентация команды “ШПУНЬДИКИ”:

Мы,
Веряскин Иван,
Юдин Семен,
Яковлев Лукьян
занимаемся в
отделении
дополнительного
образования детей
школы 255
Адмиралтейского
района Санкт-
Петербурга в
студии
“Имитационного
моделирования. Robotech-255”.



В нашей команде 3 человека, двое из нас принимали участие в национальном этапе ВРО прошлого года в Нижнем Новгороде.

Представляем нашу команду:

1. Юдин Семен, мне 12 лет, я закончил 5 класс 255 школы, главный конструктор проекта. Меня интересует все, что связано с робототехникой. Но более всего мне удаются конструкции. В этом году кроме конструирования я занимаюсь программированием в ТРИК-студии и электроникой, однако роль в проекте у меня осталась прежней, так как конструкцию мы все время совершенствуем.

2. Веряскин Иван, мне 11 лет, я закончил 6 класс ЛНМО. Давно увлекаюсь радиоэлектроникой, программированием и астрономией. Моя основная роль в команде – программист. На мне логистика работы проекта, интерфейсная часть, программирование исполнительных механизмов. Кроме того, мои навыки по радиоэлектронике оказались полезны для команды.

3. Яковлев Лукьян, мне 10 лет. Я закончил 4 класс 255 школы. Я самый молодой участник команды. Пригласили меня по рекомендации педагога, где я занимался детской робототехникой. Я отвечаю за программирование отдельных объектов проекта – корабля, поезда, в отсутствие Семена занимался конструированием. За время работы над проектом я много узнал нового в области алгоритмики.

Краткая идея проекта

Морские перевозки играют большую роль в мировом товарообороте, и оптимизация работы грузовых портов является актуальной и важной задачей.

Санкт-Петербург - крупный морской/речной пассажирский и морской грузовой порт с развитыми транспортными коммуникациями, сетью метро. Нева, впадает в финский залив, образует большое число разветвленных каналов и водных артерий своей дельты. Все это создает хорошие условия для разработки новых решений по оптимизации работы порта. Мы предполагаем, что использование подобного оборудования в порту может значительно увеличить пропускную способность порта.

Используя опыт строительства каналов Санкт-Петербурга для разработки инфраструктуры порта, можно организовать потоковый пропуск судов, их автоматическую быструю разгрузку/погрузку с помощью специальных роботизированных козловых консольных кранов разгрузки/погрузки судов.

Аналоги: крупнейший морской порт в Шанхае, грузовой речной порт в Москве.

Цель проекта:

Разработка прототипа козлового консольного крана, предназначенного для повышения пропускной способности погрузочно-разгрузочной зоны морских портов за счет большей проходимости, а значит и увеличение грузоперевозок и взаимодействия между странами через торговлю.

Наш проект не имеет аналогов, представленных ранее на робототехнических конкурсах. при создании этого прототипа мы изучали передовой опыт разных стран и новейшие порты мира. Как например крупнейший, самый роботизированный порт в Шанхае. В котором за счет поточной роботизации разгрузки и погрузки достигли пропускной способности порта в 10 раз. Подобное решение с козловым консольным краном реализовано в грузовом речном порту в Москве. Но оно не роботизировано.

Наш порт в Усть-Луге один из крупнейших в стране и при использовании подобной поточной технологии разгрузки может выйти на уровень мировых лидеров.

О названии: название проекта «Мостовой кран» отражало понимание на начальном этапе работы над проектом, и не отвечает настоящему прототипу, который относится к типу козловых консольных кранов. Название не изменяли, так как пришлось бы менять названия многих файлов.

Этапы разработки проекта

Мы прошли все этапы разработки проекта от моделирования элементов конструкции до создания функционирующего прототипа. Все задачи работы над проектом четко разделены между участниками команды и работа над конкретными отдельными узлами проекта происходила в соответствии с компетентностью каждого. Кроме того, в ходе работы над проектом мы старались развить свой уровень и освоить компетенции друг друга. Сейчас мы - команда, в которой у каждого есть своя зона ответственности и свои задачи. Каждый из нас выполняет очень важную задачу для проекта, и мы все согласуем друг с другом наши действия, это очень важно так как от слаженности нашей общей работы зависит конечный результат.

Этап	Содержание деятельности	Период	Исполнители
Подготовительный (идея)	Изучение вопроса, сбор информации о портах и мировых трендах в области перевозки товаров с помощью морских путей. Разработка идеи проекта, выбор конструкторской базы и электронной базы, языка программирования. Эскизное проектирование и изготовление основных конструкций крана. Поиск основы для будущих элементов проекта (поезд, машина, судно). Детские игрушки, другие конструкторы, материалы.	Январь	Веряскин Иван Юдин Семен
Подготовительный (Освоение необходимых технологий)	Изучение техники безопасности работы с оборудованием: станок лазерной резки, паяльная станция, мультиметры,	февраль	Веряскин Иван Юдин Семен

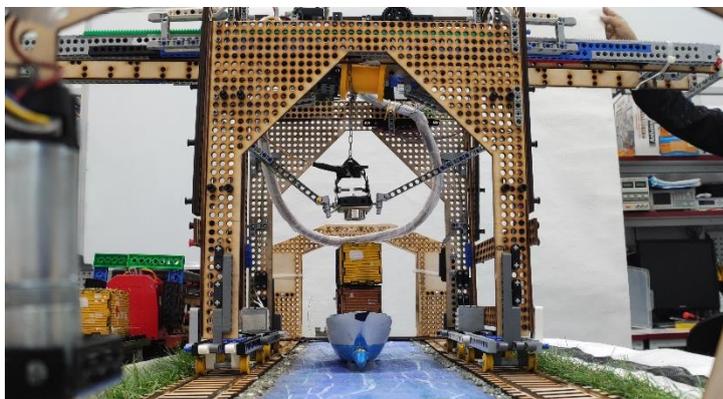
	3D принтер, клеевой пистолет, выжигательный прибор, шуруповерт, художественные материалами для оформления		
Проектировочный (конструкция)	печать зубчатых реек для перемещения тележки, совместная разработка и постройка рамы совместимых с Lego и TRIK, а также разработка механизма перемещения груза по 2-м направлениям.	март	Юдин Семен Яковлев Лука
Проектировочный (электроника)	самостоятельное создание длинных проводов с разъемами для совместимости с TRIK контроллером; создание совместимого с TRIK электромагнита, согласование совместной работы электронных компонентов Lego Duplo и TRIK	март	Веряскин Иван
Проектировочный (Разработка программ, доработка конструкции)	Научились анализировать и продумывать конструкцию, и для нее прописывать программные коды, глубже изучили ТРИК- студию, разработали общий алгоритм, прорисовали активные макеты, фон эффектные и эффективные в состоянии движения/статики, освоили метод написания программа «машина	апрель	Веряскин Иван (программа крана) Яковлев Лука (программа поезда) Юдин Семен (механизм передвижения судна)

	состояний» (конечный автомат)		
Проектировочный (Отладка программ)	Доработка и отладка на макете программ (около 30 версий)	май	Веряскин Иван Яковлев Лука
Проектировочный (сетевой обмен данными)	Разворачивание сети WIFI и настройка взаимодействия между контроллерами	май	Яковлев Лука
Отборочный (Соревнования)	1 место на открытых соревнованиях ПФМЛ 239	28-29 мая	Веряскин Иван Яковлев Лука Юдин Семен
Заключительный этап	Дизайн, сценарии. Оформление, подготовка материалов, защита	июнь	Веряскин Иван Яковлев Лука Юдин Семен

Презентация роботизированного решения

Краткое описание проекта

Проект представляет собой прототип роботизированного козлового консольного крана, который позволяет связать в единый автоматический цикл процессы разгрузки, погрузки контейнеров между складом, судами, железнодорожным и авто транспортом.



Кран, поезд и корабль - 3 отдельных робота, которые автономны, но могут взаимодействовать друг с другом. Взаимодействие роботов обеспечивается контроллерами, связанными по выделенной сети Wi-Fi с помощью разработанного протокола обмена.

При погрузочно-разгрузочных работах все роботы работают связанно в едином технологическом цикле.

Интерфейс системы позволяет оператору задать любую последовательность операций или выбрать стандартные сценарии разгрузки/погрузки, которые будут выполняться автоматически.

Описание конструкции

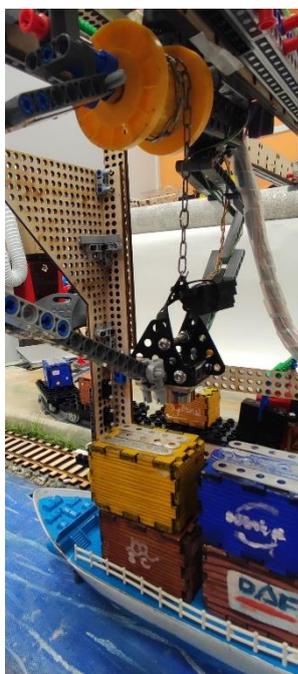
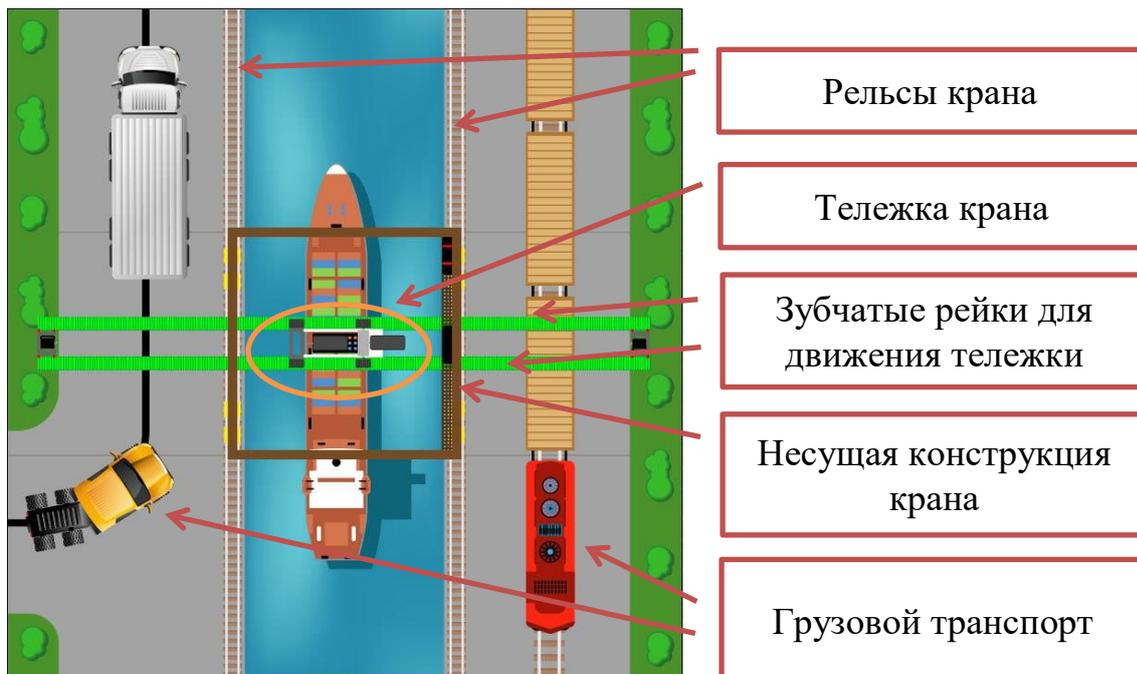
Робот-кран

Кран создан на базе конструкторов ТРИК, ЛЕГО и разработанных и изготовленных из фанеры и пластика деталей. Схема крана (рисунок 1)

В кране использовано:

- 2 контроллера-трик, соединенных между собой сетью;
- Датчики обратной связи (инфракрасные датчики, датчики касания);
- 2 мотора ТРИК с энкодерами, встроенными в моторы (тележка).
- 2 мотора ЛЕГО RCX (перемещение крана)
- электромагнит;
- элементы конструкции и механизмов.

Для повышения мощности использована понижающая червячная передача на двух безредукторных моторах RCX для движения всего крана.



Движение тележки по зубчатым рейкам осуществляется с помощью мотора ТРИК, который передаёт крутящий момент на дифференциал, чтобы защитить мотор от перегрузки, если тележка упрется или застрянет.

Для подъёма груза используется электромагнит на подвесе, который может опускаться и подниматься с помощью катушки, связанной со вторым мотором ТРИК. Ровный подъем груза обеспечивается механизмом 2х параллелограммов. Шестерни в этом механизме используются для плавной

передачи вращения.

Для подачи энергии и передачи информации с датчиков использовано удлинение кабелей ТРИК с помощью витой пары.



Робот-поезд

Робот-поезд сделан из паровозика ЛЕГО ДУПЛО, так как он подошёл по размерам. Основной конструктор проекта - ТРИК, поэтому сначала планировалось заменить мотор поезда на мотор ТРИК. Но ему не хватало места внутри паровоза. Мы решили эту проблему таким способом: узнали какое напряжение подаёт ТРИК на свои моторы; выяснили, что моторчик поезда ЛЕГО ДУПЛО питается напряжением составляющим 35% от напряжения, которым питает контроллер свои моторы. Так мы смогли использовать



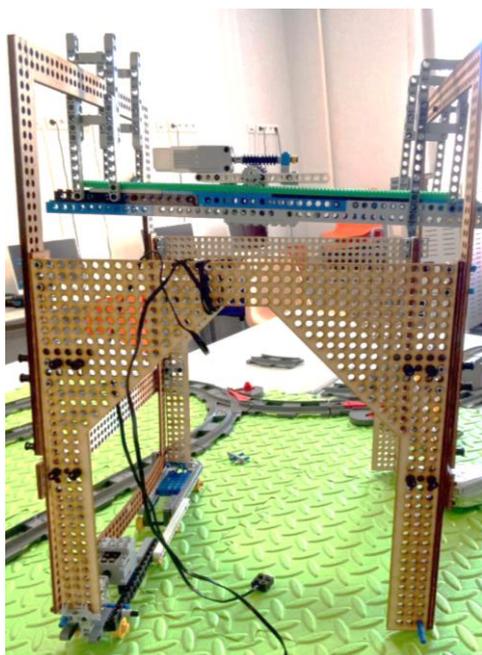
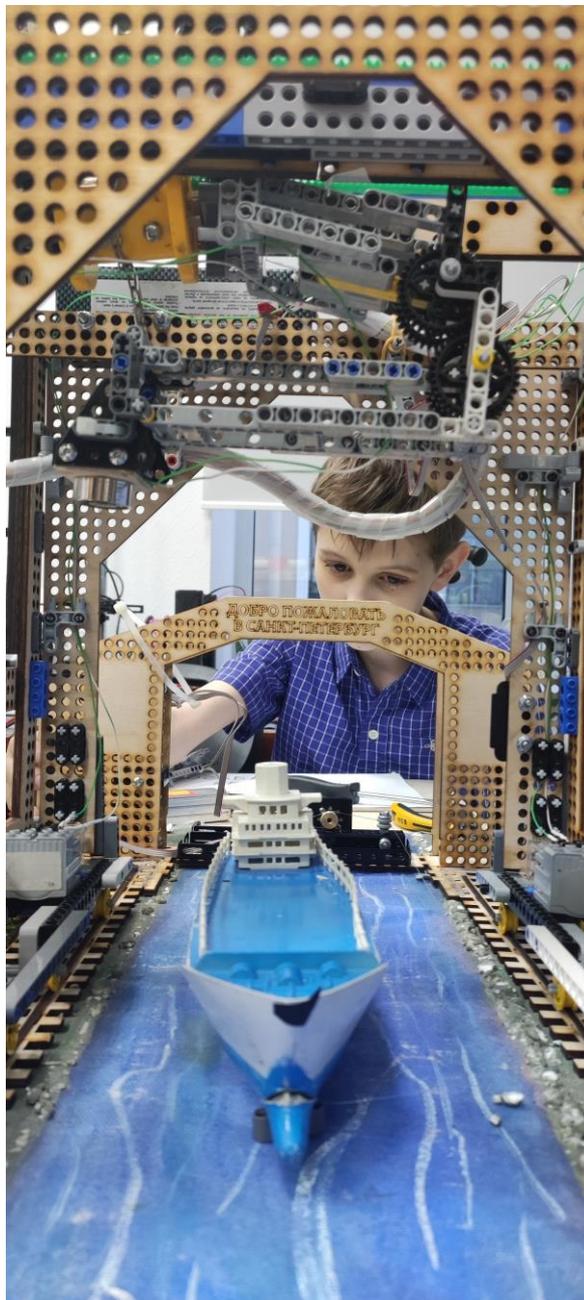
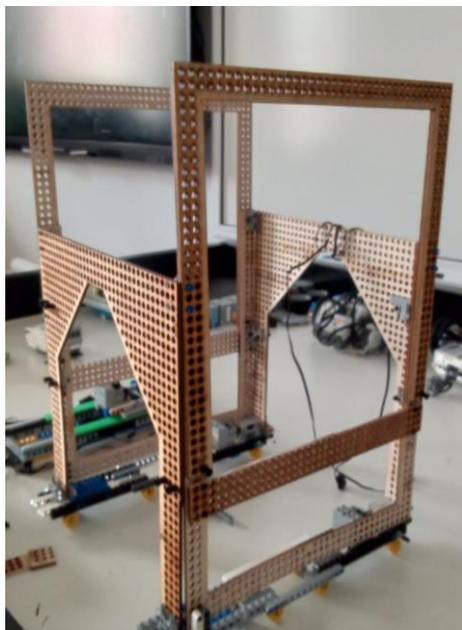
Робот - корабль (грузовое судно)

Робот-корабль сделан на основе детского игрушечного грузового судна. Сам не содержит электроники, но передвигается при помощи лески, которая соединена с лебедкой, которую вращает мотор ТРИК, а мотором управляет контроллер ТРИК, получающий информацию от других контроллеров и датчика расстояния.

Один конец лески прикреплен к валу мотора, второй к противовесу при помощи роликов. Корабль жестко прикреплен к леске посередине. Когда нам надо, чтобы кораблик плыл вперёд, мы подаём положительное значение мощности на мотор, и он раскручивается, давая свободу леске, подвес тянет леску вниз и наш кораблик плывёт вперёд. Таким образом реализуется имитация движения корабля.



Когда корабль по датчику расстояния позиционируется, он передает сигнал крану о готовности к разгрузке/погрузке и кран автоматически начинает работу.



Описание программы

Общий алгоритм

Алгоритм работы всего роботизированного комплекса очень большой. Структура алгоритма представлена на рисунке, но из-за мелкого текста по ней можно судить только о сложности структуры управления.

Программа написана на графическом языке ТРИК СТУДИО, структура программы построена по методу машины состояний (конечный автомат).

Взаимодействие между программами организовано через передачу переменных состояния роботов, что позволяет синхронизировать их работу. Фрагмент схемы состояний крана представлен ниже на рисунке 2.

Программа крана

Программа начинает работать с объявления базовых переменных, обнуления всех энкодеров (чтобы случайное движение не привело к неправильному выполнению программы), создания массивов чисел для записи координат перемещения крана.

Далее идет первая машина состояний, в которой прописаны состояния перемещений крана (всего 6 подпрограмм из которых 2 пока не используются).

Первая машина состояний:

State = 1. Ожидание, из которого можно попасть в состояние State = 2, если переменная, которая за это отвечает будет равна одному. (См. вторую машину состояний).

State = 0. Калибровка, в которой тележка сначала едет пока не утыкается в кнопку, тем самым нажимая ее, а далее едет на заранее отмеренное число энкодеров. В это состояние можно попасть из первого, если калибровка ещё не была сделана.

State = 2. Позиционирование, которое определяет по текущему значению положение крана и тележки, и значениям из массива, как нужно переместить кран и тележку. Если не нарушены граничные значения, то тележка/кран едет до нужного положения. Погрешность позиционирования по энкодерам равна 200 в случае тележки, и по датчику расстояния 1 см в случае крана.

State = 3. Автоматическая разгрузка, в которую можно попасть по нажатию кнопки Esc (см. 2ю машину состояний), в ней запускается алгоритм, который раскручивает мотор лебедки до посчитанных энкодеров, а как только доезжает, то включает магнит и затем поднимает магнит с грузом с помощью той же лебедки.

Далее устанавливает значение переменной о том, что он прокрутился один раз, и переходит во второе состояние **State = 2**, в котором тележка перемещается в нужное место. Программа, выполнив перемещение, опять переходит в 3е состояние **State = 3**, в котором, увидев, что значение переменной, отвечающей за окончание программы по первому кругу, установлено, активирует ту же программу, только после опускания магнит снимает напряжение, и тем самым, отпускает контейнер, а не берет. После этого программа переходит в режим ожидания **State = 1**.

После выполнения этой части программы идет **вторая машина состояний** в которой фильтруются показания датчиков чтобы при следующем цикле программы не было неполадок, связанных с этим в этой части есть машина состояний, которая меняется не за счет изменения значений переменной, а за счет проверки нажата ли кнопка на контроллере в ней 8 состояний

State = 1-4. Отвечают за нажатие кнопок <вверх>-<вниз>, <влево>-<вправо> и, в соответствии с этим, меняют значение из массива, которое подсвечено на панели контроллера ТРИК в виде массива условных точек.

State = 5. Отвечает за опрос нажата ли кнопка <Enter>, которое переводит кран в 2е состояние **State = 2** и кран передвигается в нужные координаты, которые были указаны с помощью кнопок.

State = 6, 8. Отвечают за включение/выключение магнита путем изменения значения переменной

State = 7. Отвечает за нажатие кнопки <Esc>, которая переводит программу в 3 состояние **State = 3**.

Подпрограмма, которая отвечает за прорисовку графического интерфейса, работает так: сначала рисуются круги в виде сетки и квадрат в качестве рамки, далее, используя переменную активного положения, рисуется круг красного цвета на текущей сетке, если данное положение запрещено для крана (не приехал поезд или корабль), а далее рисует синий квадрат маленького размера, который выступает в качестве индикатора выбранного положения и с нажатием любой кнопки (см. 2ю машину

состояний) экран очищается и заново перерисовывается только в следующем цикле.

Кран может позиционироваться в одной из девяти клеток матрицы, если в это состояние попали из первого, тогда программа из массива последовательности координат вычисляет следующую координату и записывает ее в соответствующую переменную. Проверка на окончание массива происходит в 3 состоянии.

Цикл повторяется, пока не выполнится задание.

Программа корабля

В программе корабля есть три интерфейсных экрана (управление краном построено через контроллер корабля).

Первый экран: на нем отображается интерфейс корабля, а также реализуется взаимодействие с ним.

Второй экран: на нем отображается самостоятельная запись сценария разгрузки/ погрузки крану.

Третий экран: на нем отображаются готовые сценарии разгрузки/ погрузки для крана, которые можно использовать.

Программа поезда

Программа поезда запускается нажатием кнопки <Enter> на контроллере, поэтому начинается с ожидания этого события. Как только её нажали, поезд едет до шлагбаума. Пока он едет, его экран горит красным цветом. Когда он доехал, экран начинает моргать зелёным цветом. Поезд отправляет сообщение крану о том, что доехал.

Кран начинает погрузку/разгрузку и когда заканчивает, то отправляет поезду сообщение о том, что можно уезжать. Поезд уезжает и отправляет крану сообщение о том, что уехал.

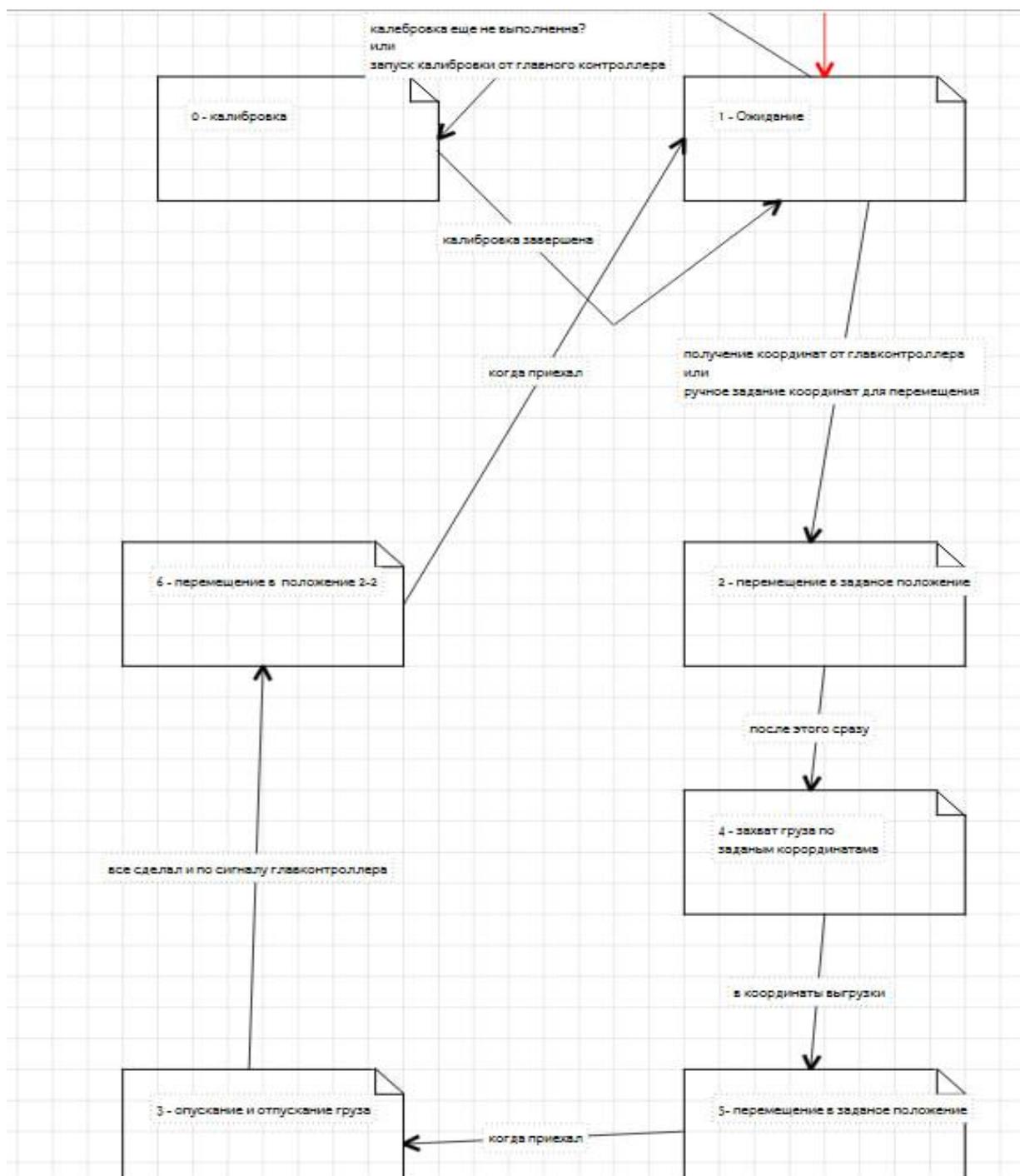


Рисунок 2. Фрагмент схемы машины состояний, где описана последовательность действий, которую должен выполнять робот.

Локальная сеть и сетевой протокол.

Структура организация сети для обмена информацией между контроллерами построена на роутере, к которому подключены все контроллеры. Каждый из них имеет заготовленный ip-адрес 192.168.0.XX последние две цифры разные у каждого - 11 кран, 12 поезд, 13 корабль.

Список ip-адресов:

192.168.0.11 - ip-адрес крана;

192.168.0.12 - ip-адрес поезда;

192.168.0.13 - ip-адрес корабля.

Подготавливались они на сайте роутера: подключиться к роутеру можно, введя его ip-адрес в строку браузера.

Через сеть роутера контроллеры посылают сообщения друг другу используя разработанный протокол обмена между всеми роботами. Контроллеры посылают друг другу команды формата: X00C, где

X - бортовой номер

C - номер команды

Например,

1001 - сообщение от крана поезду или кораблю о том, что погрузка/разгрузка завершена.

2001 - от поезда крану о том, что он приехал.

2002 - от поезда крану о том, что он уехал.

5001 - от корабля крану о том, что он приплыл.

3002 - от корабля крану о том что он уплыл.

Декоративная часть проекта

Декоративная часть нашего проекта создана из подручных и природных материалов. Мы разработали мобильный полигон, который легко складывается для транспортировки. Поэтому все элементы нарисованы или приклеены в местах где нет сгибов. В макете использован стабилизированный мох, собранный собственноручно. Камни мы сделали из шариков пенопласта и приклеили специальным клеем, который не разъедает пенополистерол. Под рельсами мы имитировали ржавый песок, который обычно образуется в таких местах. Также мы использовали искусственный газон для декоративного оформления набережной.

Вместо заключения

В процессе работы над проектом технические решения многократно улучшались. Сейчас все технические решения, примененные в проекте, позволяют его масштабировать на любое число кранов, транспортных средств, размеров территорий складов.

Социальное взаимодействие и инновации

В процессе работы над проектом команда вместе с родителями собирала информацию и пыталась найти как можно больше точек соприкосновения с работниками порта.

К большому нашему сожалению попасть на экскурсию не получилось, так как в порт пускают только с паспортом, а нам еще нет 14 лет. Но через взрослых удалось познакомиться дистанционно с двумя представителями этой отрасли.

Мы послали материалы проекта двум специалистам, имеющим прямое отношение к водному транспорту. Нам прислали очень обрадовавшие нас отзывы. Приводим их ниже.

Фурсов Павел Николаевич, имел многолетний опыт работы в порту и имеет высокий уровень компетентности по разработке и обслуживанию инфраструктуры портовых контейнерных терминалов, специализированных кранов.

ОТЗЫВ Фурсова Павла Николаевича

О проекте команды «Шпуньдики», подготовленным для участия в Национальном финале Российской Робототехнической Олимпиаде 2023.

Работа «Козловой консольный кран» (у ребят «Мостовой кран»), представленная командой «Шпуньдики», актуальна для развития отрасли контейнерных перевозок и портовой инфраструктуры за счет роботизации кранов.

Цель работы – роботизированная производственная линия по перегрузке контейнеров с судна на ЖД транспорт – в проекте достигается. Для реализации этого проекта команда разработала модель козлового консольного крана, используя современные доступные школьникам средства автоматического проектирования и моделирования. Был разработан алгоритм, который связывает автоматический цикл позиционирования портала и тележки крана над грузом, автоматический цикл подачи ЖД состава, автоматический цикл перегрузки (захват, подъём,

перемещение тележки и опускание) контейнера в единый производственный процесс. Для реализации этого алгоритма в рамках среды ТРИК были применены современные программно-аппаратные подходы АСУ-ТП. Выполнена сложная программная часть проекта.

Представленные этапы работы соответствуют её цели. Участники команды освоили все основные этапы проектирования роботизированных промышленных устройств. Реализованный проект свидетельствует о глубокой научно-технической проработке теоретической и практической его частей.

Данную идею можно считать перспективной для внедрения в будущем в инфраструктуру портовых контейнерных терминалов.

19.06.2023

Ведущий инженер АСУ-ТП АО «СИ-ЭЛ»

Фурсов Павел Николаевич

ОТЗЫВ Егоренковой Надежды Евгеньевны

Представленные материалы проекта произвели на меня очень хорошее впечатление. Поставленная цель актуальна и хорошо проработана в прототипе. Роботизация портовых работ имеет важна и выбор такой темы представляется вполне оправданным.

Как инженер с многолетним стажем работы могу отметить хорошую вопреки возрасту авторов инженерную подготовку и смекалку. Решения, предложенные в прототипе, вполне уместны, лаконичны, грамотны. В проекте использованы разнообразные механические узлы и конструкции, судя по представленным материалам, прототип крана устойчив и достаточно подвижен. Интересно решение роботизированного подвеса для электромагнита.

Отдельного внимания заслуживает умение команды максимально использовать все доступные технические решения: от использования разных типов двигателей и согласование их работы с контроллером, до собственноручного изготовления деталей из фанеры, пластика, подручных материалов.

Проект хорошо оформлен и выглядит эстетично.

Желаю ребятам в дальнейшем успехов на инженерном пути.

Егоренкова Надежда Евгеньевна, сотрудник АО «Адмиралтейские верфи» ведущий инженер-конструктор.

Приложение

Справка о портах Балтийского моря и Санкт-Петербурга

В реестр морских портов России включены 67 портов, которые входят в пять морских бассейнов и расположены на берегах 12 морей, трёх океанов и Каспийского моря.

Так как мы живем в Санкт-Петербурге, мы хотели изучить морские порты Балтийского моря.

Балтийское море глубоко впадает в сушу Европы, омывая берега России, Эстонии, Латвии,

Литвы, Польши, Германии, Дании, Швеции и Финляндии – что делает его отличным инструментом для устойчивого грузопотока между Россией и многими европейскими странами.

Российские морские порты Балтийского моря:

- Порт Санкт-Петербург
- Порт Приморск
- Порт Усть-Луга
- Порт Выборг
- Порт Высоцк

Порт Санкт-Петербург, имеет богатую историю и находится в нашем городе.

Транспортная отрасль является одной из наиболее динамично растущей в экономике Ленинградской области. Почти четверть грузооборота страны приходится на порты региона. По территории области проходит транзит грузов из стран Юго-Восточной Азии в Западную Европу и обратно.

Наличие выхода к Балтийскому морю, а через него в иностранные порты, стимулирует развитие портовых мощностей и строительство новых портово-технологических комплексов, что в свою очередь обеспечивает экономическую и транспортную независимость России.

Морской торговый порт Санкт-Петербург – крупнейший промышленный, транспортный центр, морская столица России. Петербургский порт – европейские ворота страны, важное транспортное звено между Востоком и Западом.

Порт Санкт-Петербург - крупнейший транспортный узел на северо-западе России. Он расположен на островах дельты реки Нева, в Невской губе в восточной оконечности Финского залива Балтийского моря. Навигация длится круглый год. С морем порт соединен Морским каналом длиной 30 километров.

Морской порт Санкт-Петербург включает в себя Большой морской порт и Пассажирский порт. В свою очередь, в состав Большого морского порта входят Восточный, Барочный, Пассажирский бассейны, а также грузовой порт Васильевского острова, порты Кронштадта, Приморска и Ломоносова. Всего морской порт Санкт-Петербург насчитывает более 200 причалов.

История морского порта Санкт-Петербург

Первый морской порт Санкт-Петербурга располагался возле Троицкой площади на Петроградской стороне. Рядом с ним находились гостиный двор и таможня. Началом деятельности порта считается 1713 год.

В 1733 году порт и таможня были перенесены на стрелку Васильевского острова. С этого момента и до конца 19 века морской порт находился на Малой Неве в восточной части Васильевского острова.

В порту располагалась таможня, биржа, склады. Для разгрузки кораблей использовалась набережная длиной 510 метров, это было недостаточно и суда вставали под разгрузку борт к борту до 10 в ряд. Чтобы попасть в порт и затем выйти из него в море суда должны были пройти через Исаакиевский и Николаевский мост. Ожидание разводки мостов для прохода занимало несколько дней. К порту на Неве с моря вёл сложный, извилистый фарватер, который был труден для прохождения крупных судов. Осадка судна, способного пройти в Петербург, не должна была превышать 2,4 м. Суда с большей осадкой могли проходить бары в устье Невы лишь на камелях или плавучих доках. Поэтому многие корабли разгружались и загружались в Кронштадте.

Сооружение непосредственно в Петербурге глубоководного порта, к которому с моря могут зайти крупные суда, уменьшило бы расходы по перегрузке товаров с морских судов на речные или на железную дорогу, а также позволило бы освободить порт в Кронштадте от торговых судов, что дало бы возможность использовать его исключительно для нужд военно-морского флота.

Первая очередь порта, включающая причалы общей длиной 600 м у южной ветки морского канала, была открыта весной 1882 года.

15 мая 1885 года морской канал и новый Морской торговый порт были открыты полностью.

Со временем, внутри ограждённой дамбами акватории порта были сооружены новые дамбы и причалы, разделившие акваторию на несколько гаваней: к 1907 году были созданы Кривая дамба и дамба Гербёнка, образовавшие Хлебно-Лесную гавань (Барочный бассейн); к 1925 году был сооружён Новый мол (Лесной мол) образовавший Угольную гавань

Большой порт Санкт-Петербург включает причалы морского торгового, лесного, рыбного и речного портов, нефтяного терминала,

судостроительных, судоремонтных и других заводов, морского пассажирского вокзала, речного пассажирского порта, а также причалы Кронштадта, Ломоносова, портовых пунктов Горская, Бронка.

В морском торговом порту имеется 17 крытых складов и большое количество открытых складских площадок. Морской торговый порт обслуживают железнодорожные станции Новый порт (1-й и 2-й районы) и Автово (3-й и 4-й районы) Октябрьской железной дороги.

Третий район торгового порта находится на территории, расположенной между Угольной и Лесной гаванями. Он включает 13 действующих причалов общей протяженностью 2,3 км. На них разместились три терминала: контейнерный, лесной, по перевалке черных металлов.

Контейнерный терминал включает причалы № 82-87, расположенные со стороны Угольной гавани. Глубины вдоль них 9,8м-11,9м. К обработке принимаются контейнеровозы и суда типа Ро-Ро. Терминал оснащен контейнерными перегружателями грузоподъемностью до 35 тонн, автоконтейнеровозами, специальным оборудованием для растарки и затарки контейнеров. Открытые складские площадки вмещают до 11 тысяч 20-футовых контейнеров. Общая площадь крытых складов составляет 11,5 тыс.кв.м. Модернизированный контейнерный терминал позволяет перегружать до 700 тысяч контейнеров в год.

Лесной терминал специализируется на перевалке круглого леса. Он располагает тремя механизированными причалами № 67, 69, 70, открытыми складами общей площадью 40,5 тыс.кв.м, специальным перегрузочным оборудованием.

Терминал по перевалке черных металлов включает четыре глубоководных причала № 71-74. Глубины вдоль них 11,5 м. Причалы оснащены порталными кранами грузоподъемностью от 32 до 40 тонн. Складские мощности терминала - 68,3 тыс.кв.м открытых складов для металлопроката и 11,7 тыс.кв.м крытых складов для хранения холоднокатаного металла.

Четвертый район расположен на Турухтанских островах в Угольной гавани. Он состоит из 8 грузовых причалов глубиной до 11,0 м, на которых осуществляется перевалка навалочных, насыпных и наливных грузов, обработка паромов с автотехникой. Пропускная способность терминала составляет 5 млн.тонн в год, из них: 3 млн.т калийных и 2 млн.т азотно-фосфорных удобрений.

На причалах № 101(Б и В), 102 и 103 осуществляется перевалка угля, руды, глинозема, бокситов, калийных удобрений, металллолома. Она располагает 22 порталными кранами грузоподъемностью от 10 до 40 тонн, складскими площадями размером 87 тыс.кв.м.

На причале № 105 осуществляется перевалка нефтеналивных грузов, а на причале № 101А обслуживание судов типа Ро-Ро, работающих на линии Киль - Калининград - Санкт-Петербург.

Морской канал - от устья реки Большая Нева, до острова Котлин, предназначен для прохода судов в морской порт "Большой порт Санкт-Петербург". По каналу возможно движение судов с осадкой не более 11 метров, длиной не более 320 метров и шириной не более 42 метров. Это главный морской путь порта.

Канал начинается в устье Большой Невы, и далее проходит между Канонерским и Гутуевским островом, затем поворачивая направо, в сторону моря, где идёт прямолинейно и оканчивается немного не доходя острова Котлин.

Фарватер из Санкт-петербургского порта здесь не заканчивается и идёт дальше, но называется уже Кронштадтский корабельный фарватер (Фарватер № 2). В 2010-е годы Морской канал, соединяющий Петербург с Финским заливом, обладал следующими характеристиками: ширина составляла 80—120 м, разброс глубин — 11,8—14,8 м.

Предполагается постепенное углубление канала до 14 м, с одновременным его расширением до 150 м по дну. В восточной части, прилегающей к морскому порту Санкт-Петербург, канал обвалован дамбами для защиты от заиления.

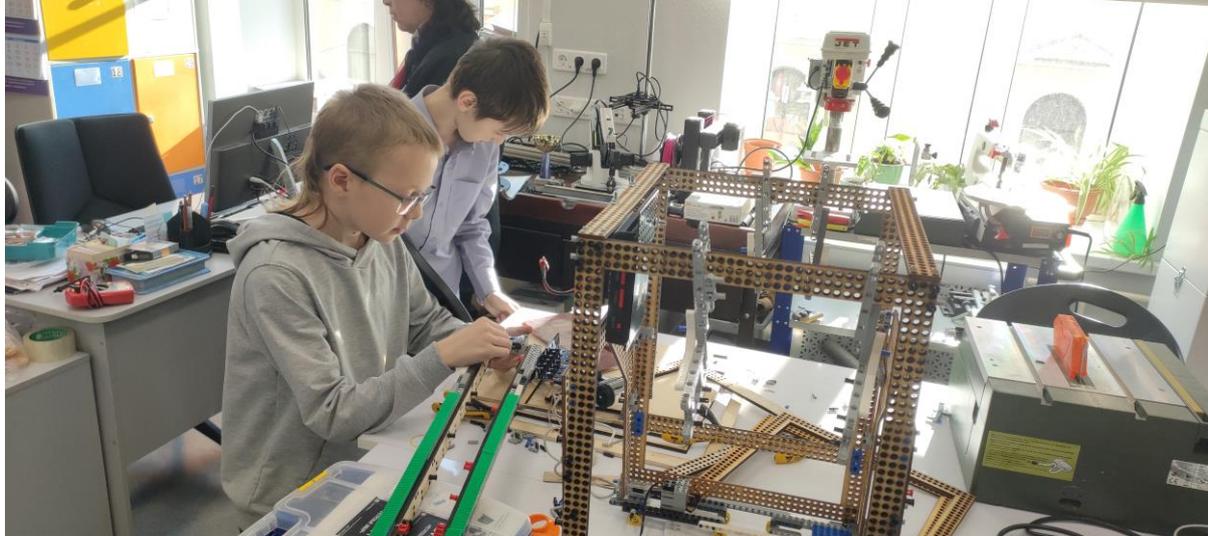
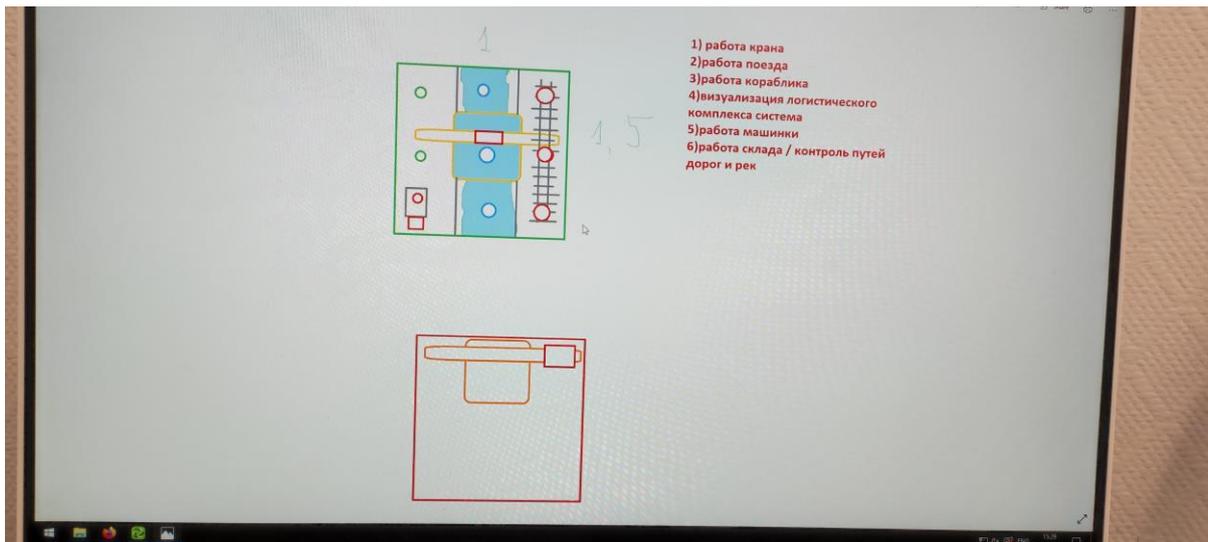
Грузооборот Большого порта Санкт-Петербурга по итогам апреля 2023 г. составил 4,3 млн т, что в 1,5 раза больше апреля 2022 г., следует из данных Ассоциации морских торговых портов.

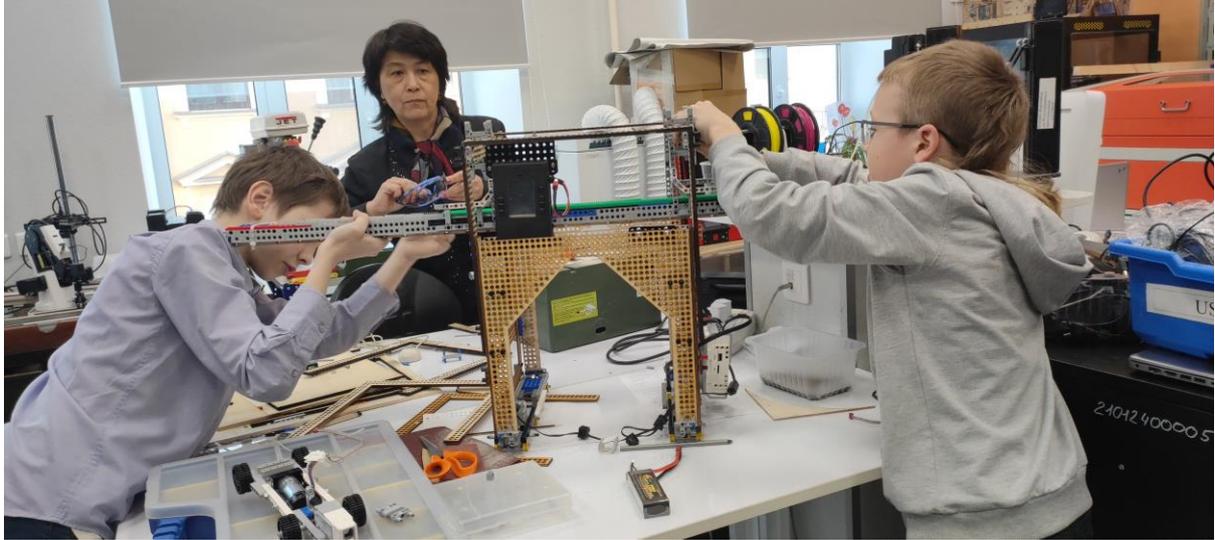
За 2020 год грузооборот Большого порта СанктПетербург составил 59,9 млн тонн грузов. Рефгрузы в общем грузообороте Большого порта Санкт-Петербург составляют в 2020 году 1,9% (1 122,8 тыс. тонн) из них рыба и рыбопродукты 323,7 тыс. тонн или 0,5% от грузооборота порта.

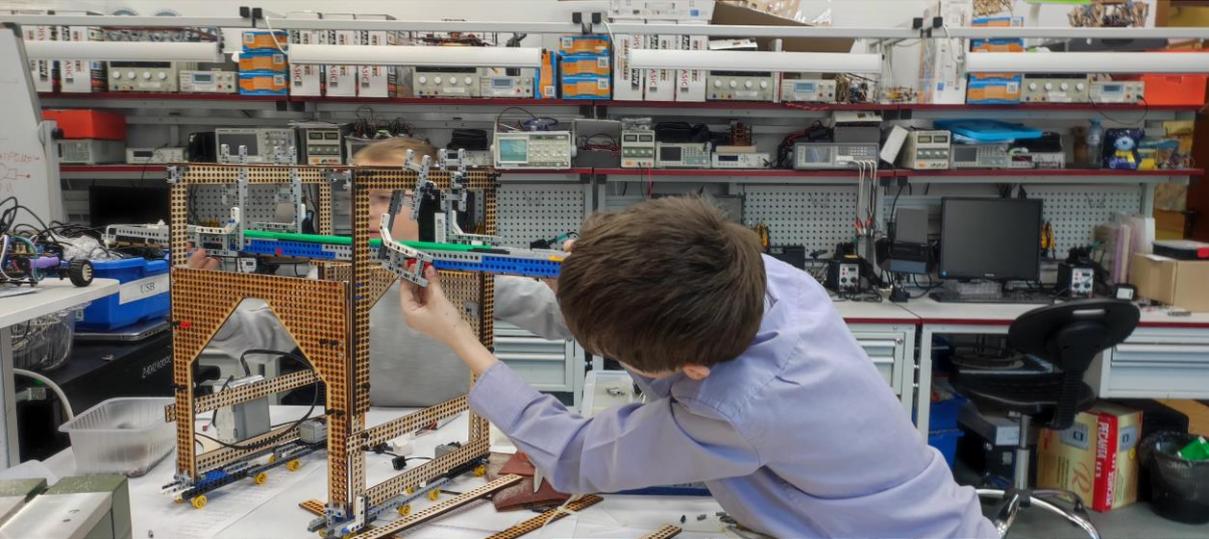
Основную номенклатуру грузов в порту составляют контейнерные (44,4%), генеральные (20%) (металлы, реф.грузы); наливные нефтепродукты (19,1%) и навалочные (13,7%), (минерал.удобрения, руда, уголь) грузы. С учетом продолжительной положительной динамики в 2021 году, так же как и в предыдущих периодах, прогнозируется увеличения перевалки контейнерных грузов.

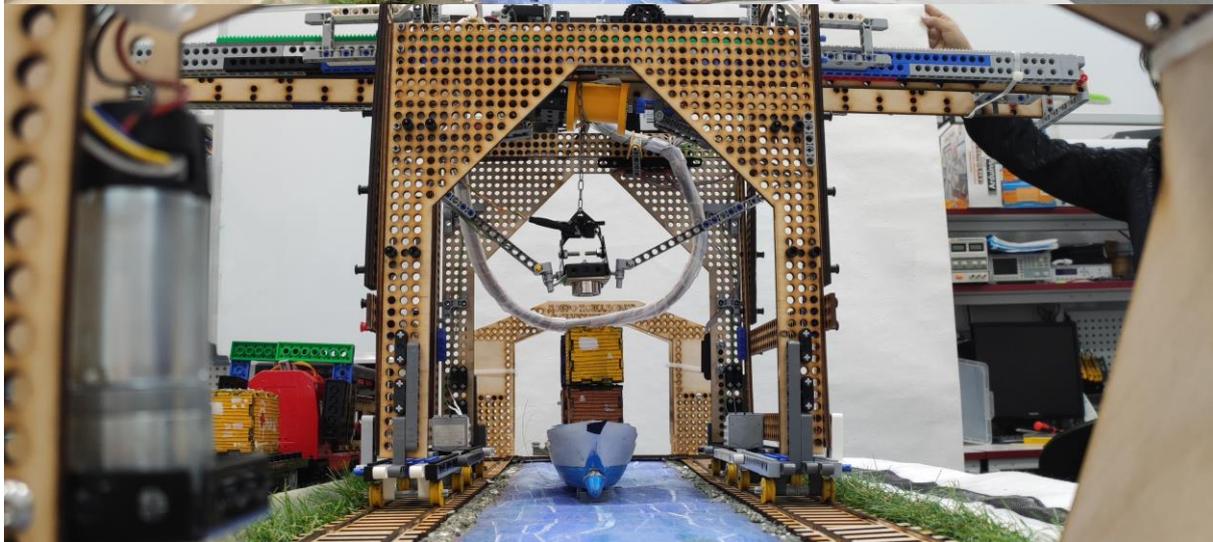
ФОТООТЧЕТ о проекте

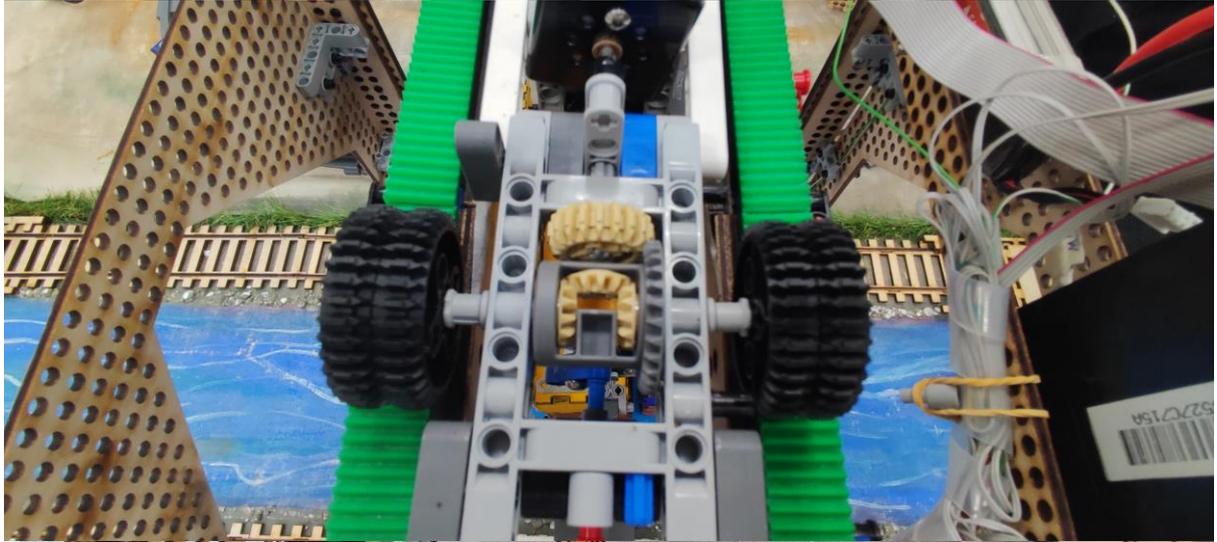


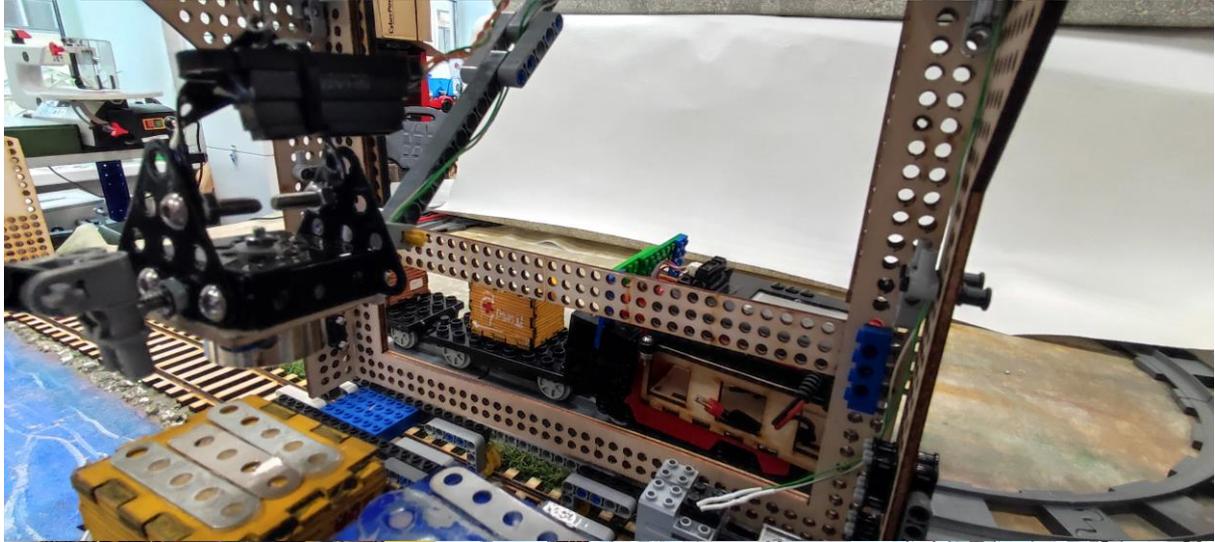


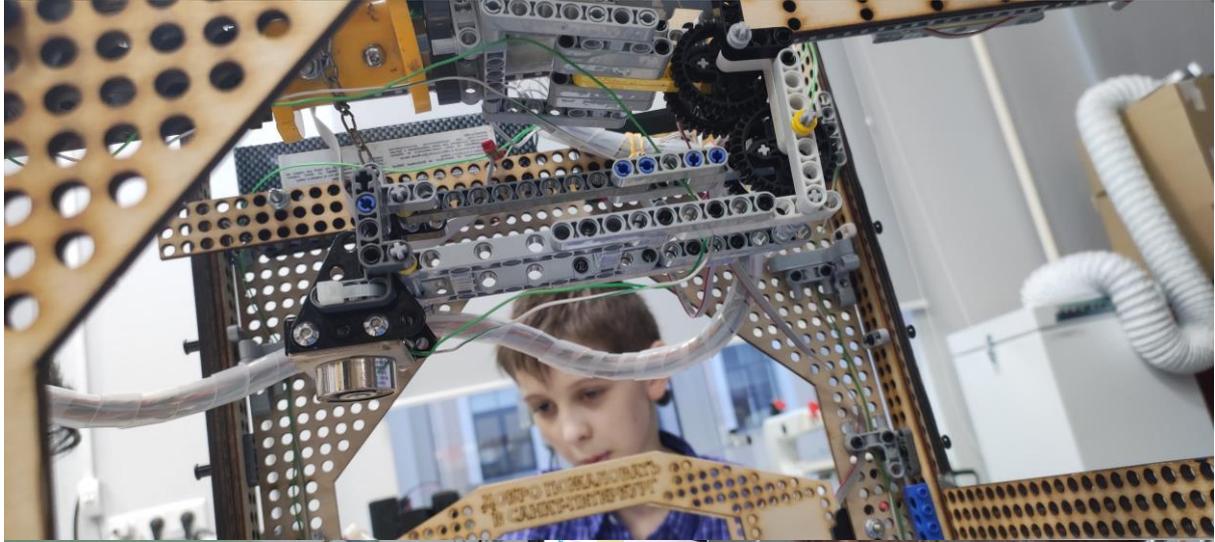
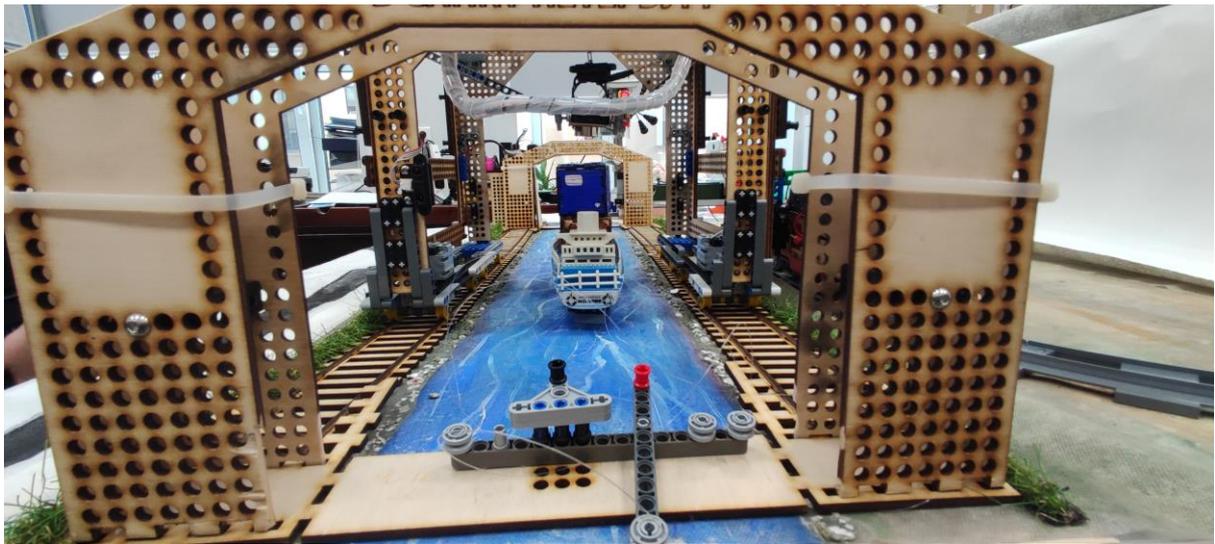










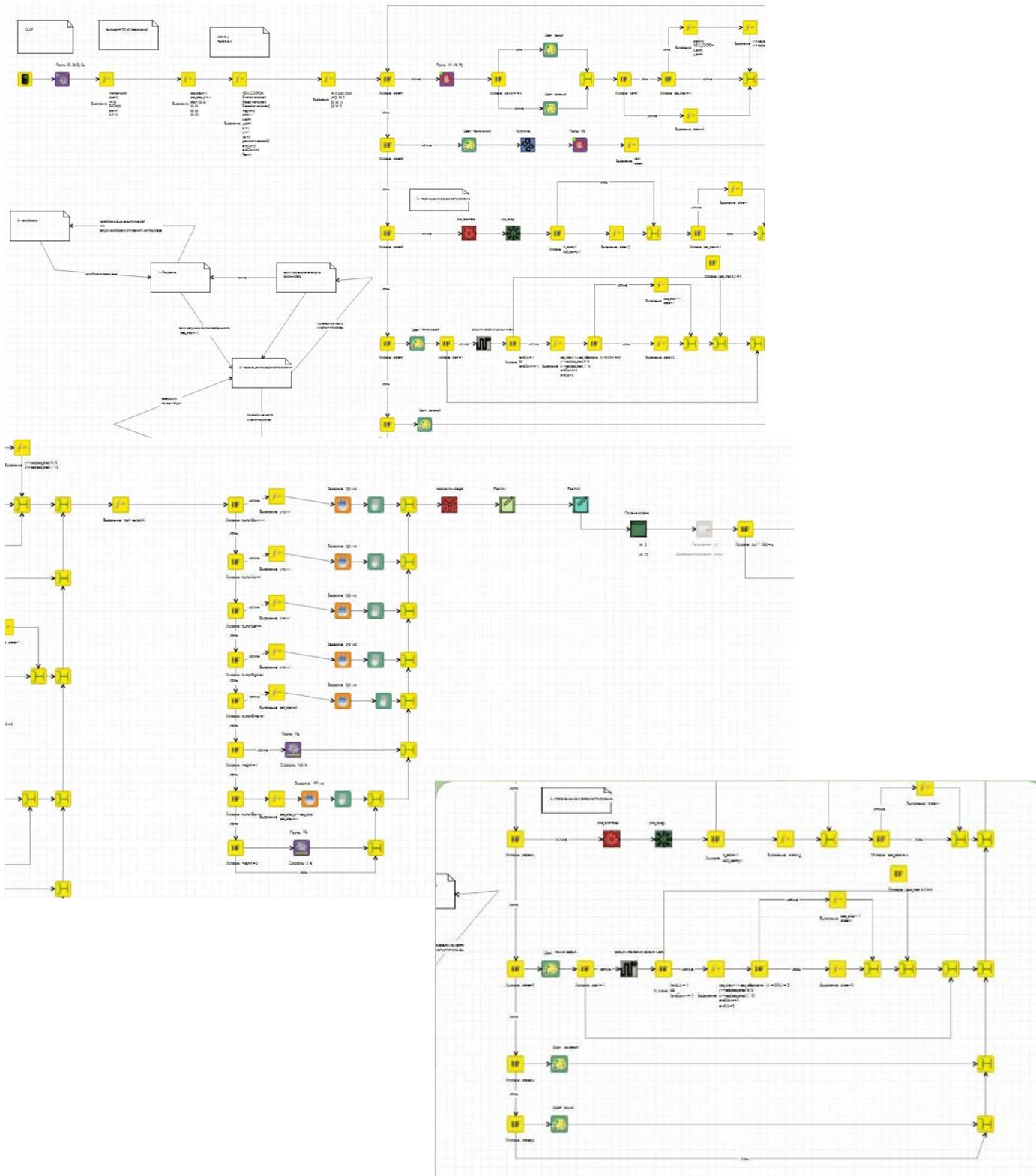




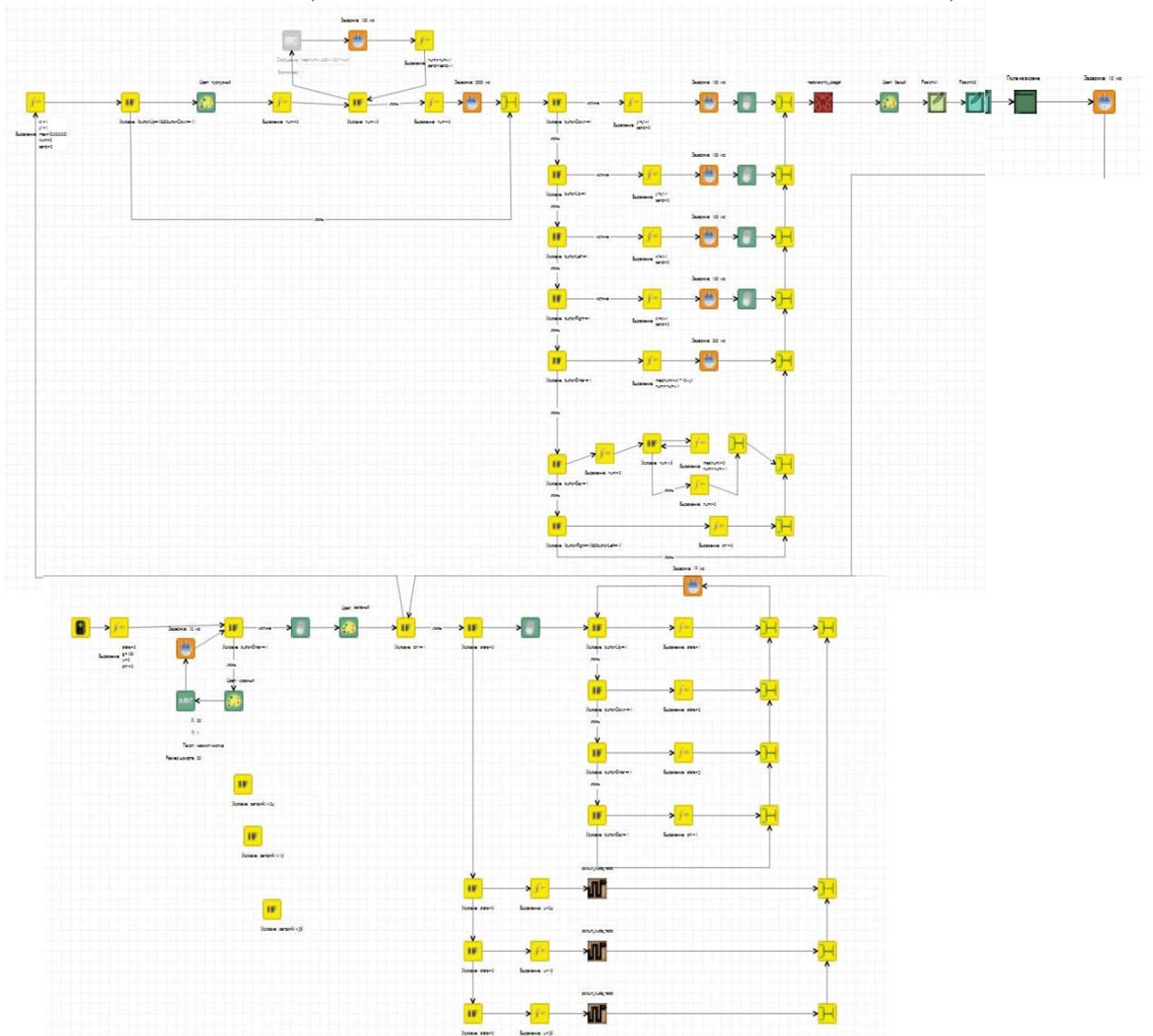


СКРИНШОТЫ ПРОГРАММ

ПРОГРАММА КРАНА



ПРОГРАММА КОРАБЛЯ (+ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ПУЛЬТ УПРАВЛЕНИЯ)



ПРОГРАММА ПОЕЗДА

