

РОБОФИНИСТ

ОТЧЕТ ПО ПРОЕКТУ

Беспилотного грузового турбовинтового полярного самолета ЛАДОГА

Команда проекта:

Участники:

Таничев Валерий г. Санкт-Петербург, ГБОУ Лицей № 470

Лямаев Игорь г. Санкт-Петербург, ГБОУ Лицей № 470

Руководители:

Малышев Юрий Владимирович г. Санкт-Петербург, ГБУ ДО ДТ
«Измайловский»

Овчинникова Вера Сергеевна г. Санкт-Петербург, ГБОУ Лицей № 470

Содержание

1. Презентация команды.....	стр. 2
2. Краткая идея проекта Ладога.....	стр. 3
3. Этапы разработки проекта.....	стр. 5
4. Презентация роботизированного решения.....	стр. 9
5. Социальное взаимодействие и инновации.....	стр. 19
6. Приложения.....	стр. 22

1. Презентация команды

Мы команда Ладога – Таничев Валерий и Лямаев Игорь. Мы из Санкт-Петербурга. Мы учимся в 3 классе в лицее 470. Мы очень любим самолеты, любим читать книги про историю авиации. Еще нам очень нравится посещать один из самых любимых и интересных музеев в нашем родном городе - Музей Арктики и Антарктики. Особенно интересны те экспонаты, которые рассказывают о Северном морском пути. В этом Музее представлен настоящий уникальный отечественный самолет-амфибия Ш-2 (Приложение 6.1), увидев который мы поняли, что самолеты необходимы для развития Арктики. Мы уже несколько месяцев работали над созданием своего робота – беспилотного турбовинтового грузового полярного самолета Ладога. Мы занимались сначала созданием робота, затем программированием робота и уже потом сопутствующими материалами – полигоном, декорациями, грузовыми контейнерами и краном. Наш проект достаточно большой и сложный, поэтому мы работали над ним и на занятиях под руководством Юрия Владимировича, и дома.



2. Краткая идея проекта Ладога

Наш проект решает проблему непрерывного, недорогого и безопасного снабжения грузами точек устойчивого развития Северного морского пути на удалённых территориях.

Северный морской путь (СМП) – главная судоходная магистраль России в Арктике. Помимо водного пространства, к нему примыкает огромная территория нашей страны с крупными реками, которые составляют единую систему водных путей. Это позволяет доставлять грузы из Европы в Азиатско-Тихоокеанский регион значительно более коротким путем по сравнению с традиционными маршрутами через Суэцкий канал или мыс Доброй Надежды на юге Африки. Протяженность СМП - 5600 км, он проходит от Мурманска до Владивостока вдоль российского побережья морей Северного Ледовитого и Тихого океанов. Навигация в восточном секторе СМП (от Таймыра до Берингова пролива) зимой невозможна без ледокольной проводки, толщина льда там достигает 3 м. Выявляется проблема - необходимо организовать снабжение грузами точек развития на удалённых территориях в условиях сурового климата, тяжёлых метеоусловий, сложных условий для людей. Поэтому мы решили предложить решение для быстрой и бесперебойной доставки необходимых грузов. Точки развития на протяжении всего СМП – компактные поселения людей, обеспечивающих его непрерывное функционирование, которые решают следующие задачи: связь, навигация, спасательные и ремонтные команды, системы аэродромов, медицинское обслуживание, обслуживание сети метеостанций, изучение флоры и фауны северных территорий, экологический мониторинг.

Балтийский государственный технический университет «Военмех» имени Д.Ф. Устинова шефствует над ДТ «Измайловский», его сотрудники проводят интересные экскурсии, помогают учащимся нашего Дома творчества узнавать много нового, проводят консультации для создания

наших проектов. Поэтому мы обратились к Борису Павловичу Ивченко, заведующим кафедрой экономики, и выяснили у него, что проблему мы установили верно и можем предложить ее эффективное решение.

Наш полярный робот - самолёт Ладога автономно функционирует в экстремальных условиях Арктики. Применение таких беспилотных самолетов для авиационного обслуживания точек развития Северного морского пути позволит исключить ошибки, повысить безопасность и обеспечить непрерывность доставки грузов.

Когда наше роботизированное решение будет использовано в реальной жизни, оно позволит значительно ускорить развитие СМП как важного элемента единой Арктической транспортной системы Российской Федерации. «Развитие СМП важно для повышения транспортной связанности самых труднодоступных территорий России и реализации масштабных проектов, которые дополнительно принесут бюджету порядка 20 трлн руб». Об этом заявил премьер-министр Михаил Мишустин на стратегической сессии по развитию СМП.

Северный морской путь (Приложение 6.1):



3. Этапы разработки проекта Ладога

1. Исследование предметной области, сентябрь 2022 – январь 2023.

Мы посещали Музей Арктики и Антарктики в Санкт-Петербурге, изучали экспонаты, посвящённые Северному морскому пути, техническому обслуживанию береговых баз, быту людей и природе Арктики (Приложение 6.2). Читали литературу про историю развития авиации, про Северный морской путь, про его перспективы развития и проблемы. Особенно нам понравились книги Дмитрия Соболева «История развития пассажирских самолетов» и Михаила Савинова «Как проложили Северный морской путь».

Один их участников нашей команды, Валерий, совершил полет на самолете АН-2, чтобы лучше понимать устройство турбовинтовых самолетов, например, самую удачную компоновку шасси. И пообщался с пилотами и техническими сотрудниками на аэродроме, чтобы узнать про возможные аварийные ситуации и сделать свой беспилотный самолет наиболее безопасным.



2. Установление проблемы, требующей роботизированного решения, январь 2023.

Для получения дополнительной информации об актуальности роботизированного решения обнаруженной проблемы мы провели интервью с Борисом Павловичем Ивченко, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой экономики, организации и управления производством БГТУ "Военмех" им. Д.Ф.Устинова, членом Совета по Арктике и Антарктике при Совете Федерации, в результате чего получили следующую информацию:

«Появление проблемы. Для Арктической зоны РФ характерны крайне неравномерное распределение природных ресурсов и производства, а также очень сложная логистика. Логистика осложняется также тем, что данный регион имеет серьезную уязвимость к изменениям погоды и стихийным бедствиям. Авиация и особенно полярная авиация может играть в этом случае ключевую роль. Но полярная авиация, хорошо развитая во времена СССР, фактически исчезла с исчезновением самого СССР. Так к 1993 году от единой транспортной авиасистемы «Аэрофлота» на Севере сохранились лишь остатки бывших объединённых северных отрядов. При этом основной парк самолетов составляют самолеты Ан-38, Ан-140, Ан-3Т и Ан-74, большинство из которых были выпущены в начале 1980 – середине 1990 годов. И сейчас большинство из них дошли до завершения своего ресурса и одновременно есть проблема с обеспечением их компонентами и запасными частями.

Выдвижение первоначальной гипотезы. С учетом сложного климата в Арктической зоне РФ и сложных метеорологических условий хорошим решением было бы использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). При использовании БПЛА выполняется главный критерий в авиации – минимизация рисков потерь (и в первую очередь – человеческих). Кроме того, при использовании различных типов БПЛА возможно обеспечить широкую номенклатуру, что ведет к стандартизации и экономии средств. БПЛА имеют отличные возможности интеграции в

системы автоматического управления (включая и использование систем искусственного интеллекта), что должно широко применяться на Крайнем Севере при «безлюдных» технологиях.

Проведение теоретических исследований. В настоящее время имеется большое количество научных работ по БПЛА, по их применению в различных областях практической деятельности. Это позволило нам спроектировать тяжелый БПЛА для применения его в условиях Арктической зоны РФ. В силу многих причин, как гражданской, так и военной природы, этот вид летательных аппаратов прошел непростой и длительный путь от забот авиамodelистов и довольно экзотических по тем временам экземпляров военной техники в СССР 1951-1965 гг. силами ОКБ А.И. Микояна и ОКБ С.А. Лавочкина (например, соответственно, КС-1 «Комета» и Ла-17 «изделие 201») до критически востребованных сегодня БПЛА на поле боя. От крупных (например, С-70 «Охотник», «Форпост», «Орион»), вполне конкурирующих с зарубежными разработками (Великобритания – «BAE Systems Taranis», «S-100 Camcopter»; США – «MQ-9 Reaper»; КНР – «CH-5»), до малых, которые, как показала действительность смогут быть собраны даже «на коленках» в боевых условиях, но столь же необходимы. Инновационные научные и технологические достижения в различных областях (аэродинамика, компактные и эффективные двигатели, мощные и лёгкие аккумуляторы, специализированное программное и аппаратное обеспечение для дистанционного и автономного управления, etc.) обеспечивают широчайшие возможности для создания БПЛА, пригодных для множества прикладных задач во многочисленных приоритетных отраслях для внедрения решений на базе БПЛА.»

3. Реализация проекта. Создание робота и программного обеспечения для решения выявленной проблемы, январь 2023 – май 2023.

За основу мы взяли находящийся в разработке на Смоленском авиационном заводе турбовинтовой самолет Ладога. В моей модели мы предлагаем следующие изменения – сделать грузовой вариант самолета, сделать его автономным роботизированным беспилотным летательным аппаратом, сделать двойной киль для повышения безопасности.

Над созданием своего робота и программой для него мы работали почти четыре месяца, при этом постоянно усовершенствовали его конструкцию и программу, например расположение шасси, ширину и место расположения датчиков цвета, место расположения датчика касания в грузовом отсеке и пробовал разные варианты нажатия на него.

4. Подготовка сопутствующих материалов для проекта. Полигон, декорации, кран, грузовые контейнеры. Апрель – май 2023.

Для того, чтобы показать выполнение программы моим роботом, мы подготовили баннер с изображением грузовых терминалов аэропортов погрузки и разгрузки, взлетно-посадочных полос и части, где будет показан полет. Сначала мы нарисовали баннер, как его себе представляли, потом подготовили элементы баннера в программе CorelDRAW, и передали информацию дизайнеру.

5. Развитие проекта Ладога.

Специально для участия в Международном Фестивале Робототехники Робофинист 2023 мы создали радар, отслеживающий перемещение беспилотного самолета, и написали к нему программу. Радар отслеживает полет, передает информацию в центр управления и корректирует параметры полета.

4. Презентация роботизированного решения

Мы получили много информации о необходимости организовать непрерывное, недорогое и безопасное снабжение грузами точек развития СМП на удалённых территориях в условиях сурового климата, тяжёлых метеоусловий, сложных условий для людей. Наш проект должен помочь исключить ошибки, повысить безопасность и обеспечить непрерывность.

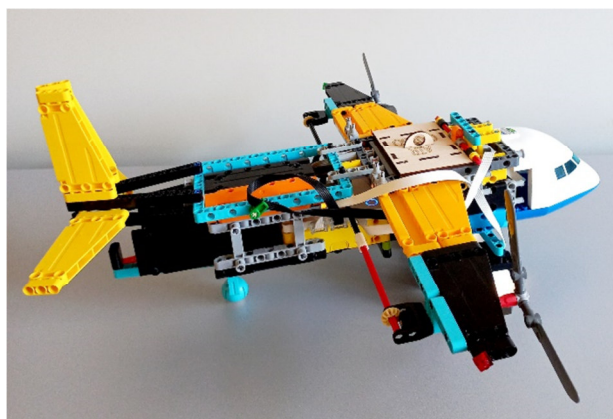
Для решения этой задачи у нас появилась идея создать полярный беспилотный робот - самолёт, автономно функционирующий в экстремальных условиях Арктики.

Для создания проекта мы изучили существующие способы решения проблемы и направления их развития. Авиационное обслуживание арктических районов сейчас активно развивается, например предлагается использование легких многоцелевых самолетов. В настоящее время к серийному выпуску готовится самолет ТВС-2МС, разработанный Сибирским научно-исследовательским институтом авиации имени С.А. Чаплыгина на базе АН-2. Данный самолет обладает цельнокомпозитным фюзеляжем, способен перевозить до трёх тонн грузов при дальности полёта до 3,5 тыс. км, может взлетать и садиться с короткой взлётно-посадочной полосы грунтовых аэродромов. Недостаток по сравнению с нашим проектом – то, что этот самолет управляется пилотом, а значит полеты на нем более опасные, сложные и дорогие. Также для повышения безопасности полетов в трудных метеорологических условиях мы сделали двойной киль у своего робота. А все достоинства этого самолета мы обязательно применим и к своему беспилотнику.

Механическая конструкция робота.

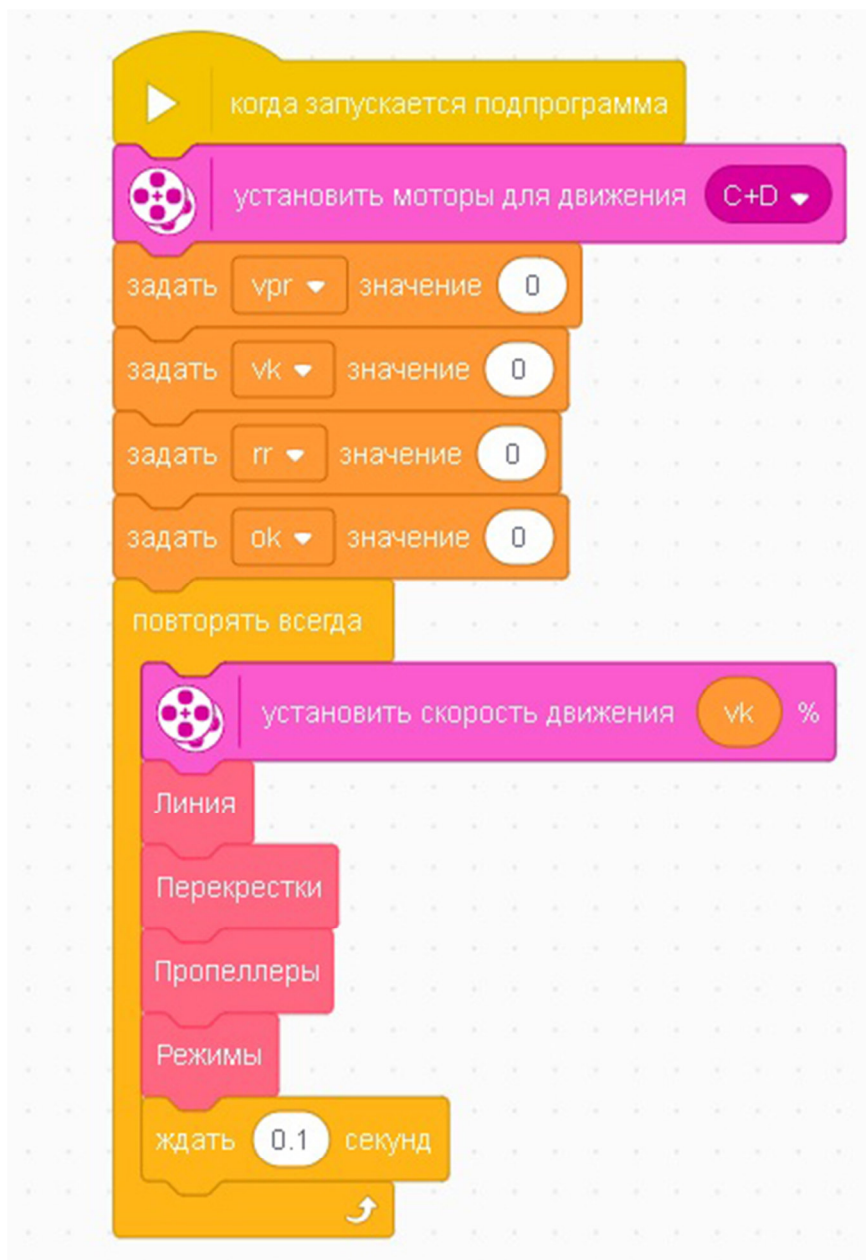
Для создания робота мы взяли пластины Lego Technic и сделали крылья. После этого мы сделали также из пластин Lego Technic переднюю часть фюзеляжа, где находится грузовой отсек, и заднюю часть фюзеляжа с крышей. На задней части мы сделали крепления для хвостовой части,

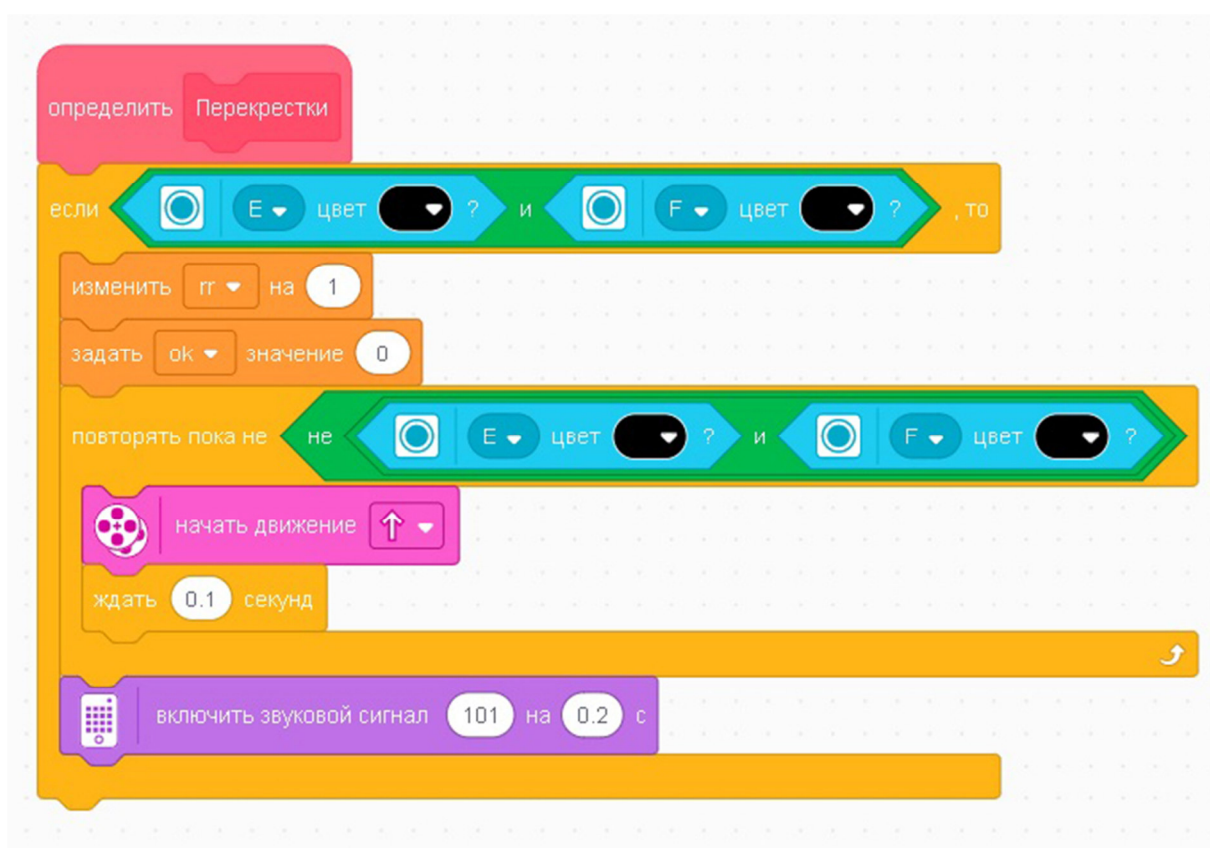
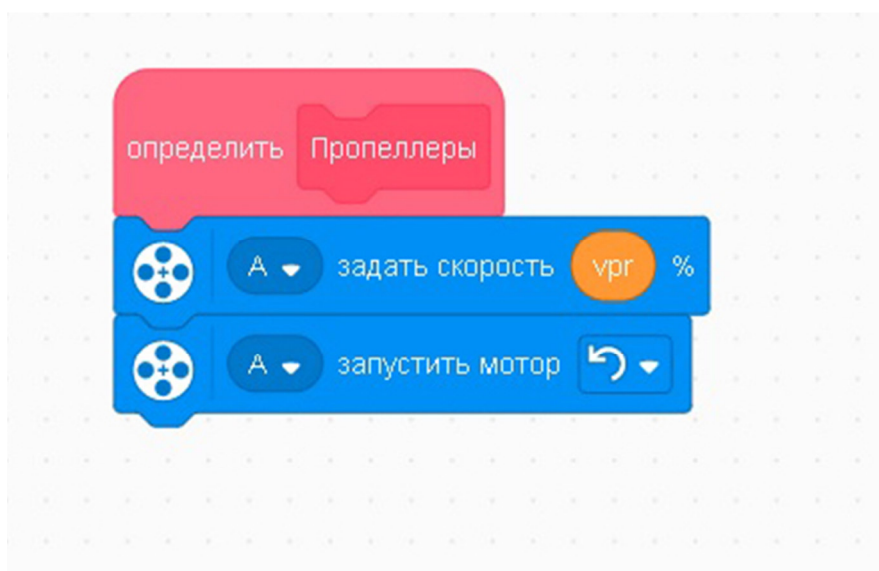
которая сделана тоже из пластин Lego Technic. В передней части, в отсеке для груза мы установили датчик касания Lego Spike Prime, над ним установили ось, на которой закрепил балку на 9. Эта балка нажимает на датчик касания при помещении груза в грузовой отсек. В середине корпуса мы установили хаб Spike Prime. Под крыльями мы установили два L-мотора Lego Technic Control+. Эти моторы служат для вращения шасси. Перед моторами мы установили балку, на которой разместили датчики цвета Lego Spike Prime, контролирующие положение робота в процессе его движения по линии. После этого на крыло самолета мы установили двигатель Lego Spike Prime L, и с помощью двух осей, одной бочки и двух зубчатых передач передали тягу на второй винт на противоположной части крыла. Оба винта вращаются от одного двигателя, так как нам не хватало входов в хаб. После этого мы закрепили хвостовую часть, закрепили кабину, и робот-самолет был готов. Всего в нашем роботе использовано больше 520 деталей Lego.

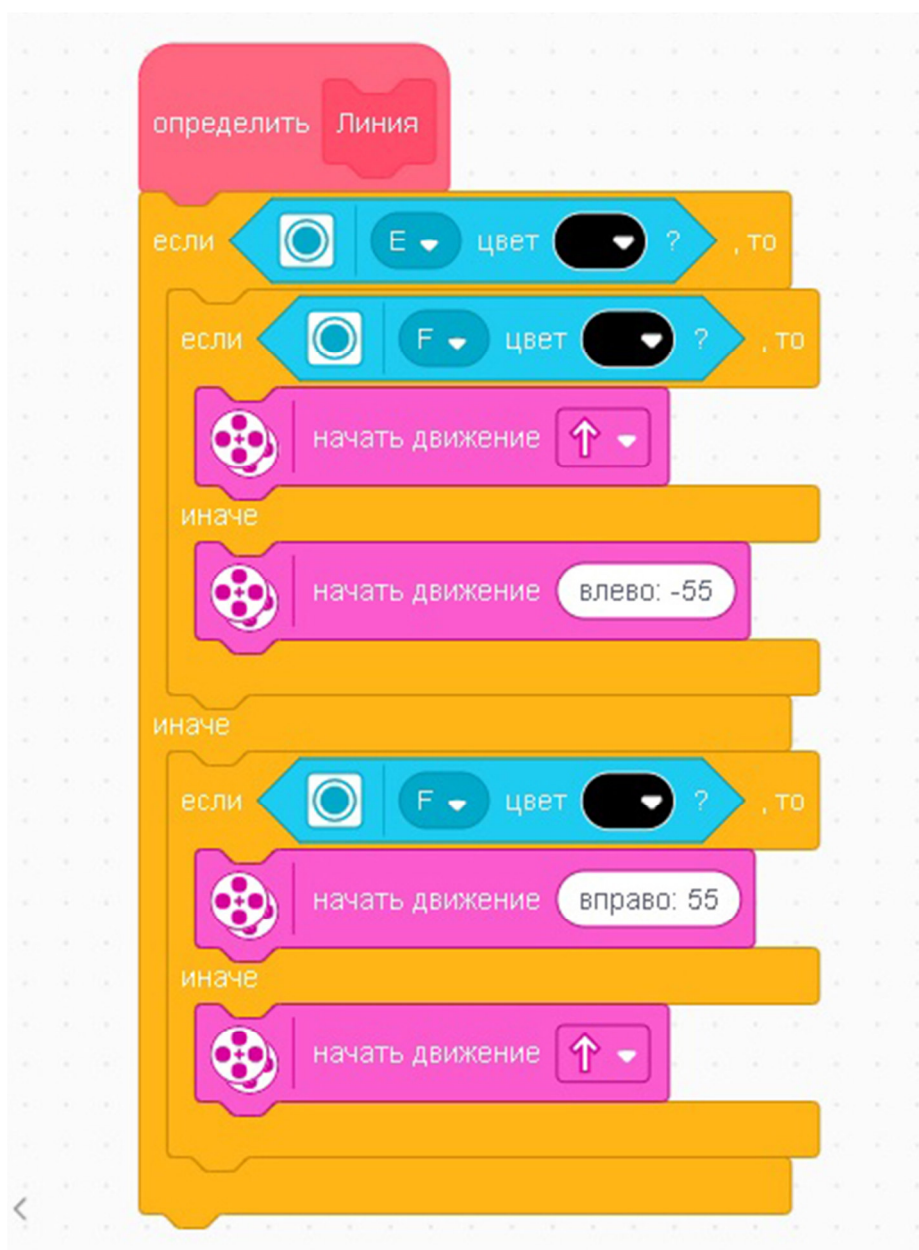


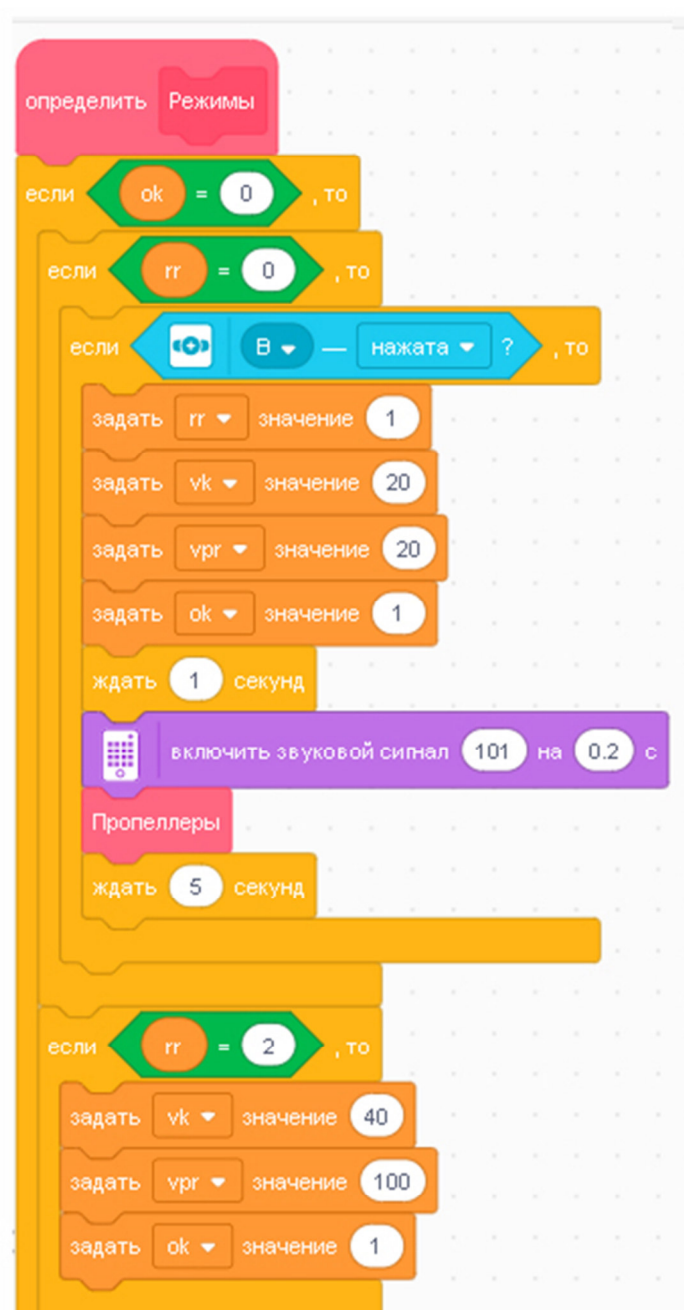
Грузовой контейнер, который перевозит самолет, мы напечатали из фанеры по размерам грузового отсека и склеили три таких контейнера. Размеры контейнеров 5,3 см x 5,3 см x 5 см. Они удобно складываются друг на друга при помощи специальной прорези. Контейнер при опускании в грузовой отсек нажимает на балку, которая нажимает на датчик касания, после чего через 5 секунд самолет начинает движение.

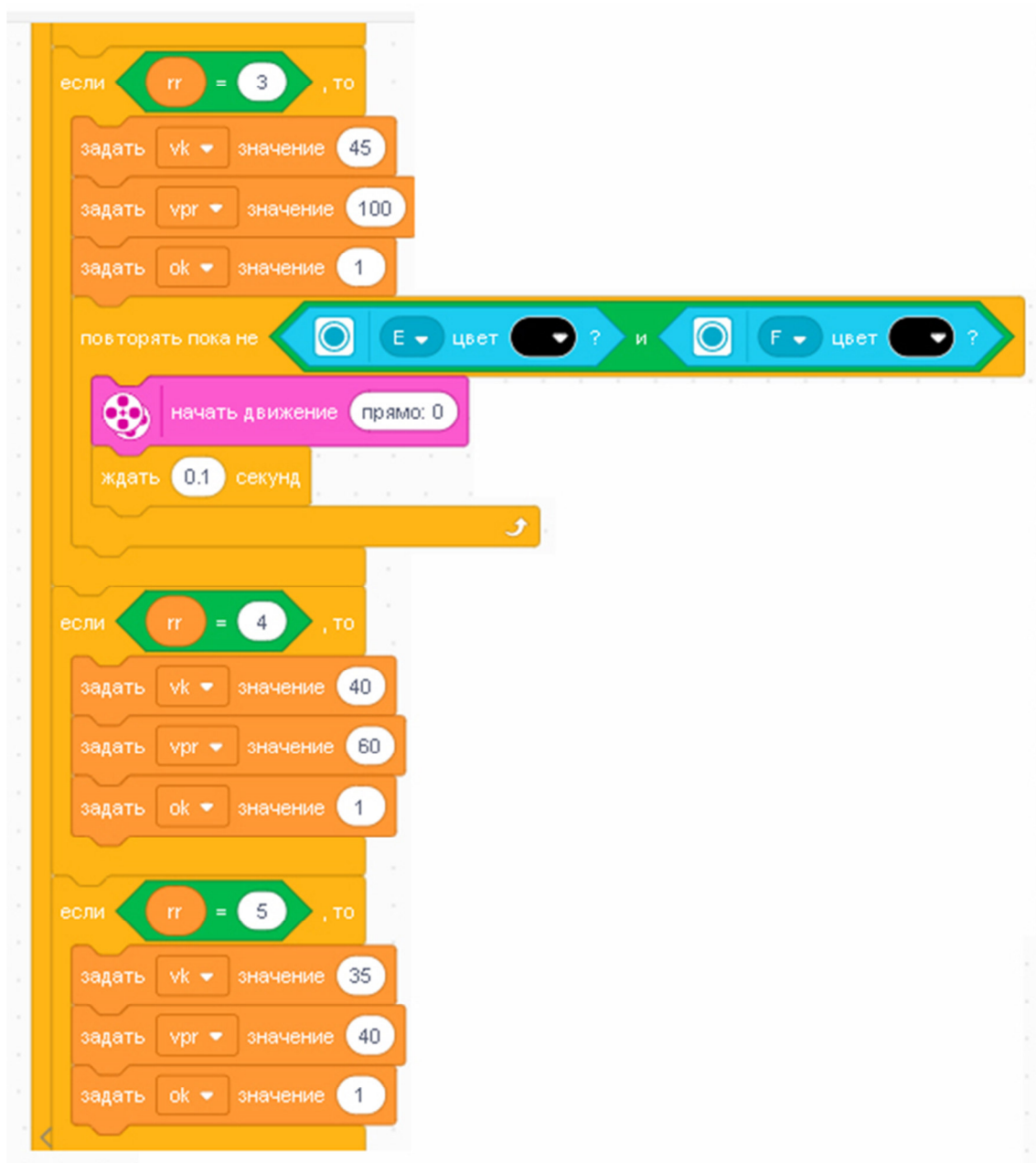
Программное обеспечение проекта.

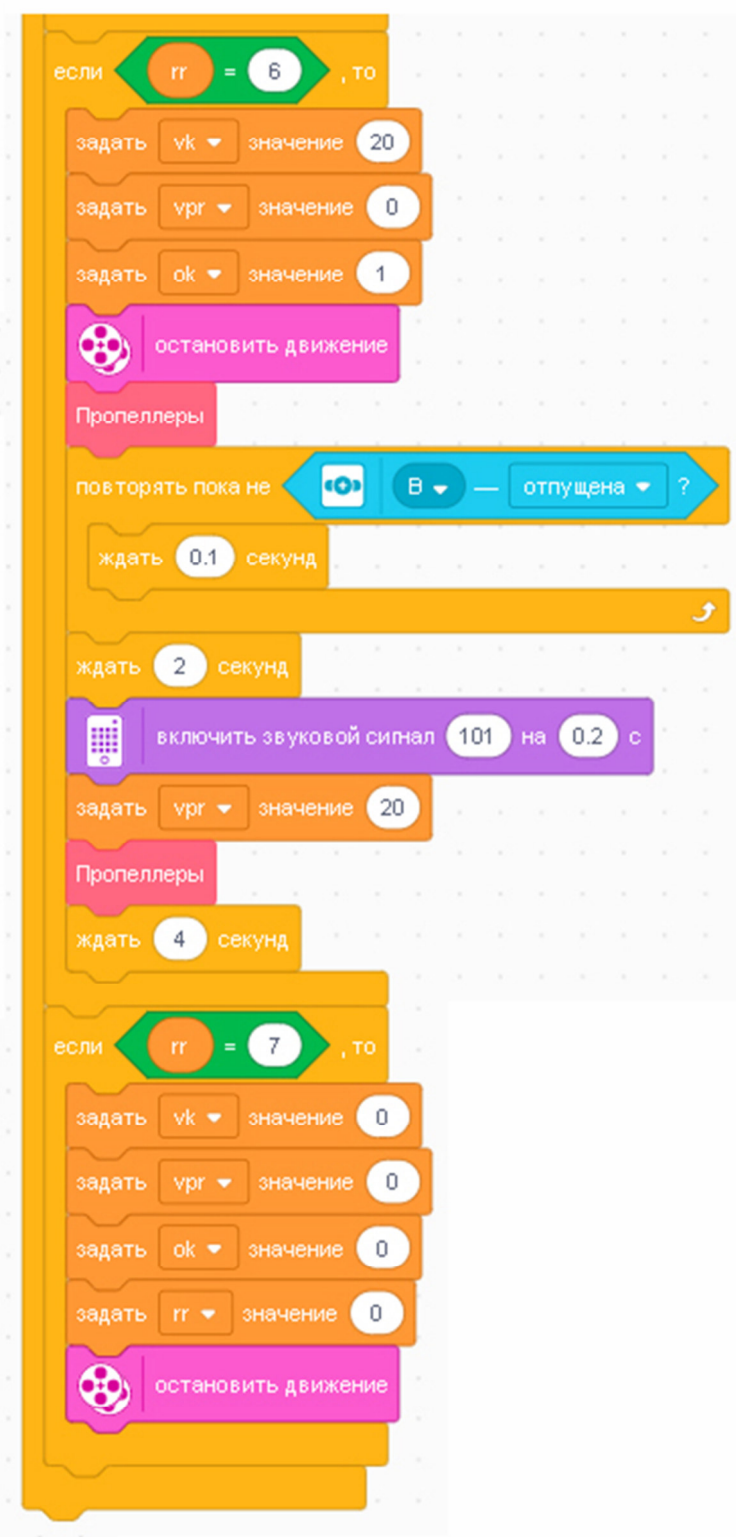




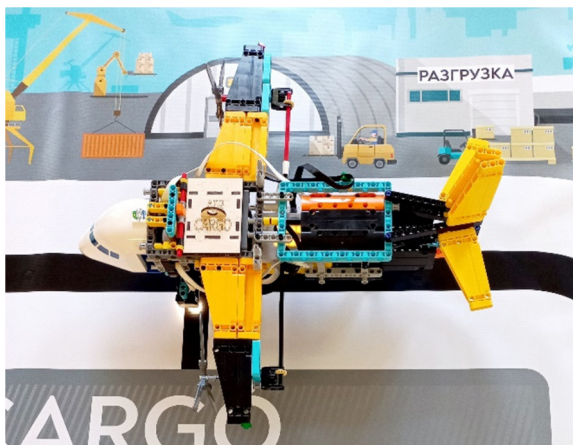








Описание программы.

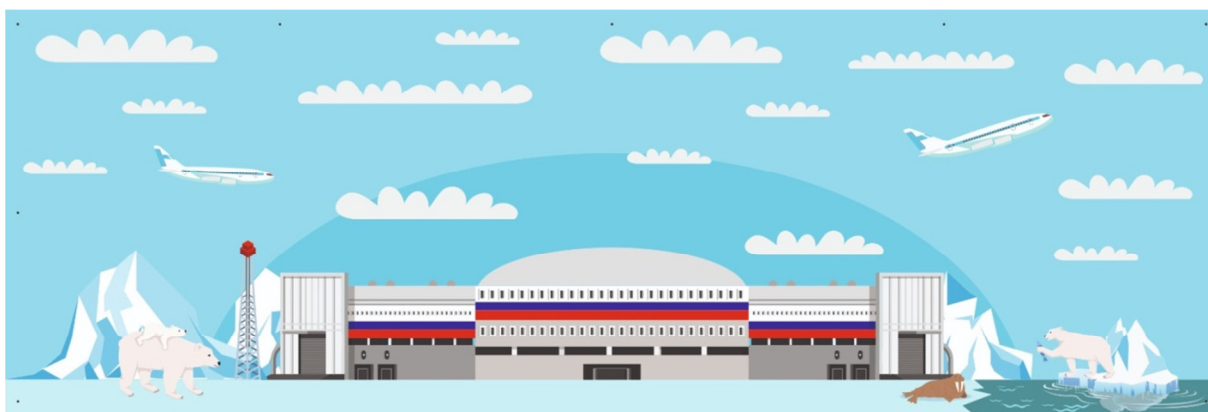


1. Самолет ждет погрузки (зона первого перекрестка). После опускания груза в грузовой отсек срабатывает датчик касания, который посылает сигнал в хаб, что самолет загружен и можно начинать движение.
2. У самолета включаются винты и через 5 секунд самолет начинает движение со скоростью 20 (руление на взлетно-посадочную полосу).
3. После второго перекрестка скорость меняется на 40 и самолет идет на взлет (скоростью вращения пропеллеров $v_{pr}=100$).
4. После третьего перекрестка самолет движется прямо до четвертого перекрестка со скоростью 45 (имитация полета, $v_{pr}=100$).
5. После четвертого перекрестка самолет едет со скоростью 40 (приземление, $v_{pr}=60$).
6. После пятого перекрестка скорость изменяется на 35 (руление к месту разгрузки, $v_{pr}=40$).
7. В зоне шестого перекрестка робот-самолет стоит и ждет разгрузки.
8. После разгрузки (контейнер удаляется из грузового отсека, срабатывает датчик касания) через 2 секунды самолет едет прямо до седьмого перекрестка со скоростью 20 и останавливается, снова ждет погрузки, а программа робота готова к новому циклу движения.

Преимущество этой программы в том, что она может повторяться бесконечно.

При разработке программы мы столкнулись с проблемой стабильности определения перекрестков датчиками цвета при различном освещении. Потому что когда датчики работают в режиме определения цвета, то каждый датчик должен полностью находиться либо над белым, либо над черным полем. Для решения этой проблемы мы экспериментировали с шириной расположения датчиков на роботе и с шириной перекрестков. Также наш робот достаточно большой и маломаневренный, поэтому сложно было обеспечить стабильность движения и определить перекресток для подсчета. Для решения этой проблемы мы также экспериментировали с шириной перекрестков, высотой расположения датчиков и скоростью движения робота-самолета. При разгрузке самолета также может появиться проблема, при которой не сработает датчик касания, то есть не будет сигнала о разгрузке отсека, если груз вынуть из отсека слишком быстро. Для решения этой проблемы мы пробовали вынимать груз из отсека с разной скоростью, пока не нашел самую подходящую.

Для создания объемного эффекта при демонстрации моего робота мы сделали также вертикальную декорацию, для размещения которой подготовили специальные стойки из пластиковых водопроводных труб.



5. Социальное взаимодействие и инновации.

Для устойчивого развития человечества в гармонии с природой необходим доступ к дешевым и экологически чистым источникам электроэнергии, расположенным в разных точках земного шара. Электростанции на водороде пока находится на стадии разработок, поэтому в настоящее время самыми экологически чистыми генераторами электроэнергии являются атомные и газовые электростанции. Газовые электростанции имеют преимущества в стоимости и скорости строительства. Сжиженный газ, как топливо для этих электростанций, позволяет достичь поставленных целей, но он должен свободно перемещаться в больших объемах по всей планете! И единственный вариант транспортировки больших объемов газа – гигантские газовозы, перемещающиеся по морям и океанам нашей планеты. Что именно перевозят сейчас по Северному морскому пути, можно узнать из доклада государственной комиссии по вопросам развития Арктики. В прошедшем году в процентном отношении грузы распределились следующим образом:

- Сжиженный природный газ (СПГ) – 59%
- Нефть – 24%
- Генеральные грузы – 11%
- Газоконденсат – 3%
- Нефтепродукты – 2%
- Уголь – 1%

Транспортировка грузов по воде является самым дешевым способом доставки товара по всей планете, и тут встает еще один вопрос – скорость перемещения судов. Существенно ускорить сроки доставки может только сокращение длины морских путей. Интенсивное развитие Северного

морского пути позволит существенно сократить время доставки газа потребителям и уменьшить его стоимость. Что позволит обеспечить даже удаленные уголки нашей планеты дешевым источником электроэнергии. И человечество сможет смотреть в будущее с оптимизмом!

Но устойчивое развитие Северного морского пути связано с большими трудностями и требует привлечения огромных денежных и человеческих ресурсов. Наш проект «Ладога» - беспилотный транспортный робот-самолет, который сможет обеспечить в непрерывном и безопасном режиме снабжение необходимыми грузами береговой инфраструктуры Северного морского пути на всем его протяжении, что в конечном счете сделает перемещение грузов по северным водам дешевым, безопасным, экологичным и непрерывным. Один из важных моментов успеха нашего проекта после его внедрения в том, что уже существует достаточно аэродромов и посадочных площадок в Арктической зоне России, а также постоянно ведутся работы по их реконструкции и строительству новых (Приложение 6.3).

Мы провели презентацию своего проекта в БГТУ «Военмех» им. Д.Ф.Устинова и получили Отзыв от Бориса Павловича Ивченко, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой экономики, организации и управления производством БГТУ «Военмех» им. Д.Ф.Устинова, члена Совета по Арктике и Антарктике при Совете Федерации. В Отзыве подтверждено, что применение моего беспилотного грузового полярного самолета Ладога позволит решить проблему обслуживания инфраструктуры для непрерывного функционирования и устойчивого развития Северного морского пути. Полный текст Отзыва находится на следующей странице.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова»
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова)

Россия, Санкт-Петербург, 190005, 1-я Красноармейская ул., д.1. Тел.: (812) 316-2394, факс: (812) 490-0591,
e-mail: bgtu@voenmeh.ru www.voenmeh.ru
ИНН 7809003047

№ _____
На № _____ от _____

Отзыв
на проект Таничева Валерия Александровича
«Ладога»

Северный морской путь (СМП) как национальная транспортная артерия обеспечения национальной безопасности и территориальной целостности, стратегического комплексного развития современной Арктики является основой устойчивого развития Арктической зоны Российской Федерации. Снабжение удаленных пунктов побережья осложнено без авиации и БПЛА.

Внедрение проекта БПЛА «Ладога» в жизнь позволит исключить ошибки, повысить безопасность и обеспечить непрерывность снабжения грузами точек развития на удаленных территориях. Внедрение БПЛА «Ладога» позволит решить проблему обслуживания инфраструктуры для непрерывного функционирования и устойчивого развития СМП.

Таким образом, применение БПЛА «Ладога» оказывает несомненное позитивное влияние на улучшение качества жизни в российской Арктике, что служит существенным подспорьем в реализации концепции устойчивого развития.

Д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ,
заведующий кафедрой Р4 «Экономика, организация и управление
производством» БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, член Совета по
Арктике и Антарктике при Совете Федерации Федерального Собрания РФ.

ПОДПИСЬ
УДОСТОВЕРЯЮ

НАЧАЛЬНИК УПРАВЛЕНИЯ
КАДРОВ
СЕРГЕЕВА О.



/ Ивченко Б.П. /

6. Приложения

1. Северный морской путь



2. Российский Государственный Музей Арктики и Антарктики





Первым экспонатом Музея Арктики и Антарктики является настоящий самолет-амфибия „Ш-2” конструкции инженера В. Б. Шаврова, построенный в 1931 г. в Ленинграде. Это уникальный отечественный самолет-амфибия, использовавшийся для ведения ледовой разведки в Арктике в 1930—1960-е гг. Еще мне было очень интересно узнавать про жизнь полярников в суровых климатических условиях и про природу и животный мир Арктики.



3. Развитие авиации в труднодоступных районах Арктики.

На значительной части территории Арктики со сложными природно-климатическими условиями авиация является единственным возможным видом транспорта. Поэтому для устойчивого развития этих регионов именно авиация имеет самое важное значение. На заседаниях Совета по Арктике и Антарктике постоянно обсуждаются перспективы развития арктической (полярной) авиации. В настоящее время в Арктической зоне зарегистрировано 39 аэродромов и 300 посадочных площадок. Министерством транспорта России поставлены задачи по реконструкции аэродромов и по увеличению интенсивности полетов.

