Федерация Спортивной и Образовательной робототехники

Российская Робототехническая Олимпиада 2025
Творческая категория
«Северный морской путь»

ОТЧЕТ по проекту «Защита опор платформ по добыче нефти от оледенения»
Команда «Умный кубик. Таганрог»
Средняя возрастная категория

Выполнил:
Соболевский Дмитрий, ученик 6 класса школы №7
Руководитель:
Картавенко Михаил Валерьевич,
педагог ЦМИТ «Умный кубик»,
к.псих.н., доцент ИКТИБ ЮФУ,

г. Таганрог,
2025

Содержание

Аннотация	3
О команде	4
Введение	5
Глава 1 Конструирование прототипа	6
Заключение	7

Аннотация

Название проекта: Защита опор морских нефтяных платформ от оледенения: разработка и испытание модели системы резки льда.

Цель проекта: Исследовать проблему оледенения опор нефтяных платформ в условиях Арктики и разработать действующую модель системы для защиты опор путем механического удаления льда.

Методы и материалы: Для создания модели нефтяной платформы использовались кубики Lego. Имитаторы льда были изготовлены из пенопласта. Для демонстрации удаления льда был сконструирован специальный резак: канцелярский нож соединен с мотором Lego через переходник, напечатанный на 3D-принтере. Испытания модели проводились путем «наращивания» пенопластового льда вокруг опор и его последующего срезания с помощью созданного резака.

Результаты: Разработана и собрана действующая модель нефтяной платформы с системой защиты опор от оледенения. Успешно продемонстрирован принцип работы системы: вращающийся нож эффективно срезает имитатор льда (пенопласт) с поверхности опор модели, предотвращая его критическое накопление. Смоделирована идеи механического удаления наледи.

Вывод: Предложенный метод механического срезания льда с опор с помощью вращающегося ножа является перспективным направлением для защиты реальных нефтяных платформ в Арктике. Модель наглядно демонстрирует возможность предотвращения разрушительного воздействия льда на конструкции.

О команде

Соболевский Дмитрий Григорьевич – ученик 6 класса школы №7 и ЦМИТ «Умный кубик». Дмитрий занял 3 место на региональном этапе Российская Робототехническая Олимпиада в Ростовской области в 2025 году в Творческая категории в средней возрастной группе.



Введение

Северный морской путь (СМП) – это важнейшая транспортная артерия России в Арктике. Освоение СМП и прилегающих территорий связано с добычей полезных ископаемых, особенно нефти и газа. Для этого в суровых северных морях строятся специальные нефтяные платформы, которые стоят на прочных опорах.

В условиях Крайнего Севера морская вода замерзает, и вокруг опор платформ начинает образовываться лед. Этот лед намерзает слоями (это называется оледенением). Постепенно наледь становится все толще и тяжелее. Это очень опасно, потому что:

1. **Большой вес.** Тяжелый лед создает огромную дополнительную нагрузку на опоры.
2. **Давление льда.** Лед, расширяясь при замерзании, может сжимать опоры и вызывать в них трещины.
3. **Снижение прочности.** И трещины, и постоянная нагрузка ослабляют металл опор, делая всю платформу менее устойчивой и безопасной. Это может привести к аварии и экологической катастрофе!

Поэтому защита опор нефтяных платформ от оледенения – это важнейшая инженерная задача для безопасной работы в Арктике. Цель моей работы - создать действующую модель, демонстрирующую один из возможных способов защиты опор платформы от нарастания опасной наледи – механическое удаление льда с помощью вращающегося резака.

Задачи проекта:

1. Изучить проблему оледенения опор морских платформ в Арктике.
2. Разработать и собрать из Lego модель нефтяной платформы с опорами.
3. Сконструировать устройство для срезания льда (на основе канцелярского ножа и мотора Lego с использованием 3D-печатного переходника).
4. Провести испытания модели: смоделировать процесс разрезания моделей из пенопласта.

Глава 1 Конструирование прототипа

Макет системы выполнен из деталей конструктора Lego и робототехнического набора Lego Mindstorms EV3. Работа макета осуществляется программой на языке EV3-G.



Рисунок 1. Внешний вид модели

В процессе работы была создана устойчивая модель нефтяной платформы с 8 опорами, «погруженными» в «воду», на которых мог бы нарастать «лед». Для создания модели был выбран конструктор Lego, так как он позволяет легко строить прочные и модульные конструкции, похожие на реальные инженерные сооружения. Опоры сделаны высокими, чтобы часть их находилась в зоне возможного обледенения. Модель установлена на плоском основании, имитирующем морскую поверхность.

Я решил проверить идею механического удаления льда прямо с поверхности опор. Для этого нужно устройство, которое могло бы срезать наледь, не повреждая саму опору. В качестве режущего элемента я выбрал канцелярский нож. Его лезвие острое и достаточно тонкое, чтобы срезать слои материала. Чтобы нож мог вращаться и срезать лед, его нужно подключить к двигателю. Для этого я использовал средний мотор EV3, т.к. у него наиболее точное позиционирование.

Главной сложностью было надежно соединить металлическое лезвие ножа с пластиковым креплением мотора Lego. Стандартные детали Lego для этого не подходили. Чтобы решить эту проблему я спроектировал на компьютере

специальный переходник. Этот переходник с одной стороны имеет форму, позволяющую его надежно закрепить на валу мотора Lego (крестообразное отверстие), а с другой стороны – надежный зажим или паз для фиксации ручки канцелярского ножа. Чертеж переходника я сохранен в специальном формате (STL) и напечатан на 3D-принтере из пластика PLA.

После печати переходника я аккуратно закрепил канцелярский нож в одной его части, а другую часть соединил с валом мотора Lego. Мотор был зафиксирован на дополнительной конструкции из Lego, позволяющей подносить резак к опорам платформы.

Я подносил куски пенопласта в область нижних частей опор платформы, имитируя процесс образования наледи. Старался сделать слой достаточно толстым, чтобы показать проблему. Вращающееся лезвие эффективно врезалось в пенопласт и срезало его слои, очищая поверхность опоры. Этот процесс наглядно показал, как предложенное устройство может удалять наледь, предотвращая ее опасное накопление.

Заключение

В своей модели мы продемонстрировали возможность защиты опор морских платформ от оледенения при помощи механических движений (и разрезаний) как наледи, больших льдин. Была создана модель нефтедобывающей платформы, смоделирован и распечатан на 3d принтере переходник для совмещения деталей лего и канцелярского ножа.