

Центр робототехники
Физико-Математический Лицей №30

Техническая книга
Соревнований First FTC

Команда
PML30 (φ)

Состав команды:



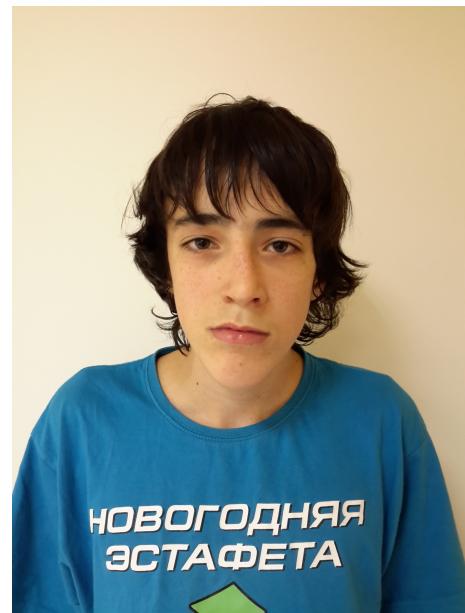
Фокин Иван
Роль в команде: капитан



Радионов Максим
Роль в команде: оператор-1



Сафонов Никита
Роль в команде: оператор-2, ответственный за техническую книгу



Максимычев Евгений
Роль в команде: оператор-3, ответственный за технику безопасности

Руководители:



Федотов Антон Владимирович



Крылов Георгий Андреевич



Лузин Дмитрий Валерьевич



Лузина Екатерина Павловна

Содержание

1 Инженерный раздел	5
1.1 Концепция робота	5
1.1.1 Конструкция	5
1.1.2 Автономный период	5
1.1.3 Управляемый период	5
1.2 Стратегия	6
1.2.1 Автономный период	6
1.2.2 Управляемый период- основная часть	6
1.2.3 Управляемый период - финал	6
1.3 Планируемые этапы создания робота	7
1.4 Материалы, использованные в роботе	8
1.5 Специальная терминология	9
1.5.1 29.09.14	10
1.5.2 01.10.14	14
1.5.3 06.10.14	16
1.5.4 07.10.14	17
1.5.5 08.10.14	20
1.5.6 10.10.14	22
1.5.7 11.10.14	24
1.5.8 13.10.14	26
1.5.9 15.10.14	28
1.5.10 16.10.14	29
1.5.11 17.10.14	31
1.5.12 18.10.14	32
1.5.13 20.10.14	34
1.5.14 21.10.14	35
1.5.15 22.10.14	37
1.5.16 24.10.14	39
1.5.17 25.10.14	40
1.5.18 27.10.14	42
1.5.19 28.10.14	43
1.5.20 01.11.14	44
1.5.21 03.11.14	46
1.5.22 04.11.14	48
1.5.23 08.11.14	49
1.5.24 10.11.14	51
1.5.25 11.11.14	52
1.5.26 12.11.14	55
1.5.27 14.11.14	57
1.5.28 15.11.14	58
1.5.29 16.11.14	59
1.5.30 17.11.14	60
1.5.31 18.11.14	62
1.5.32 19.11.14	63
1.5.33 20.11.14	64
1.5.34 21.11.14 (Соревнования)	65
1.5.35 22.11.14 (Соревнования)	67

1.5.36	23.11.14 (Соревнования)	69
1.5.37	25.11.14	71
1.5.38	29.11.14	73
1.5.39	30.11.14	75
1.5.40	01.12.14	77
1.5.41	05.12.14	79
1.5.42	06.12.14	80
1.5.43	08.12.14	82
1.5.44	09.12.14	84
1.5.45	10.12.14	85
1.5.46	11.12.14	86
1.5.47	13.12.14 (Соревнования)	87
1.5.48	23.11.14 (Соревнования)	88
2	Перспективы развития и благодарности	90

1 Инженерный раздел

1.1 Концепция робота

1.1.1 Конструкция

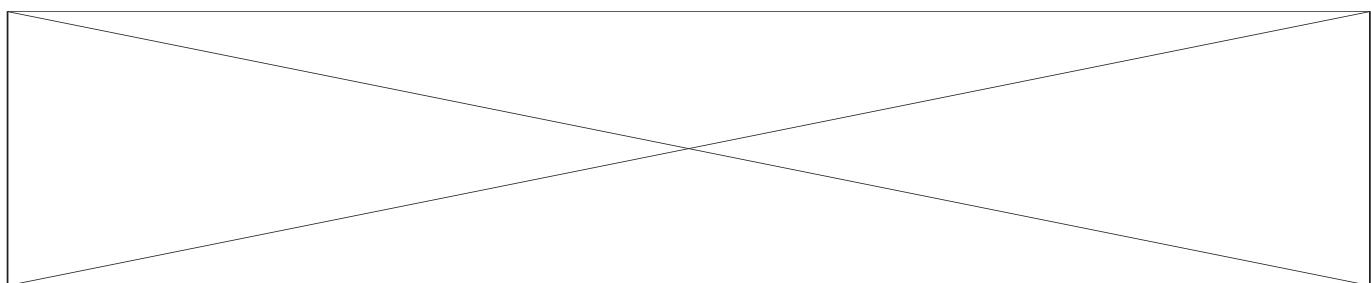
- Робот должен быть мобильным, двигаться быстро и, по возможности, в любом направлении (имеется в виду способность двигаться боком).
- Робот должен быть снабжен датчиками угла оборота моторов (энкодерами) для лучшей управляемости в автономном периоде.
- Робот должен быть компактным и не занимать лишнего места, чтобы не мешать союзнику по альянсу, а также для удобства транспортировки.
- Робот должен быть способен контролировать пять (5) мячей одновременно.
- Робот должен иметь приспособление для перемещения подвижных корзин.
- По возможности, робот должен быть легким, чтобы его было легче переносить.
- Конструкция робота должна обеспечивать быстрый доступ ко всем его ключевым узлам.

1.1.2 Автономный период

- Робот должен иметь несколько версий автономного периода, в зависимости от того, где он стартует и каковы возможности союзника по альянсу.
- Программа автономного периода должна быть, по возможности, простой.
- По возможности, должна быть реализована программа, дающая роботу возможность ориентироваться по ИК-датчику.

1.1.3 Управляемый период

- Управление роботом должно быть простым, удобным и интуитивно понятным.
- Один оператор полностью отвечает за перемещение робота, а второй - за все остальные функции.
- Некоторые действия в управляемом режиме могут быть осуществлены автономно, для того, чтобы снять лишнюю задачу с оператора.
- Желательно, чтобы у оператора была возможность управления скоростью робота, поскольку совершать точные манипуляции с игровыми элементами на максимальной скорости неrationально.



1.2 Стратегия

1.2.1 Автономный период

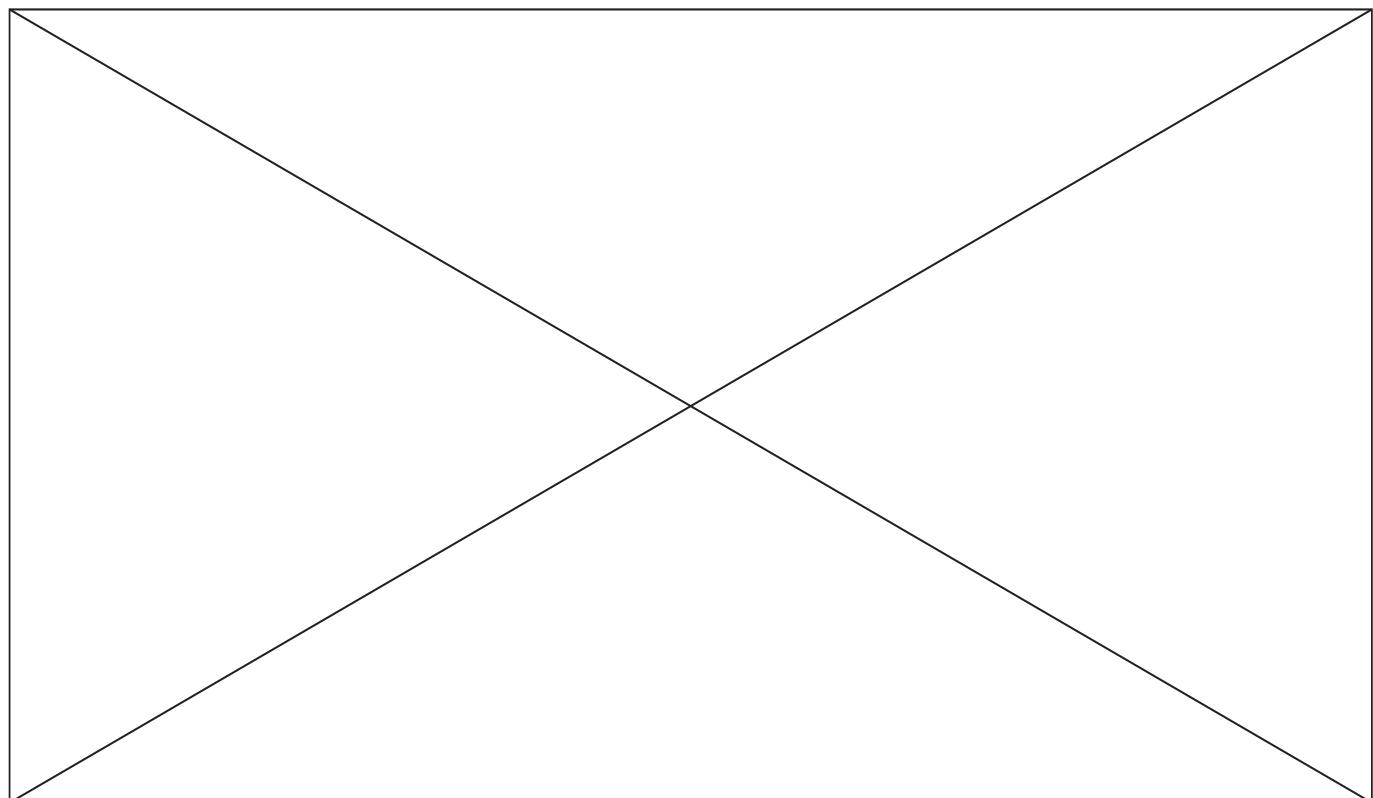
1. Положить два автономных мяча в две разные корзины (подвижные либо центральную).
2. Взять максимальное количество передвижных корзин и отвезти их в зону парковки.
3. По пути в зону парковки задействовать механизм высвобождения мячей.

1.2.2 Управляемый период- основная часть

1. Обеспечить свободный доступ союзника по команде к подвижным корзинам. Но, при этом, возить за собой одну корзину, чтобы не тратить много времени на перемещение мячей в ней.
2. Наполнить мячами сначала 90-сантиметровую корзину, затем - 60-сантиметровую и 30-сантиметровую.
3. Избегать столкновений, как с союзником, так и с противниками, поскольку из-за этого теряется время.

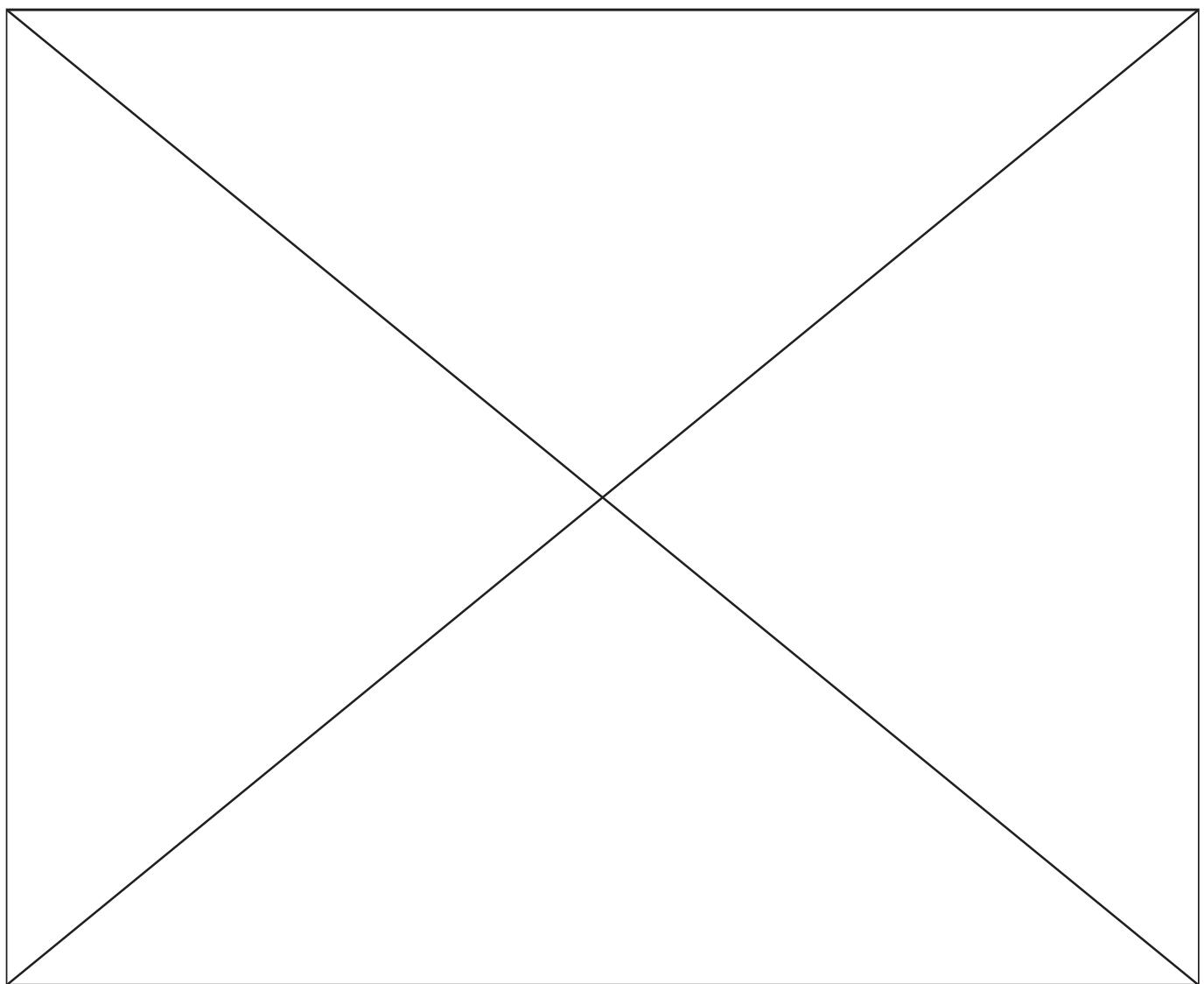
1.2.3 Управляемый период - финал

1. Сознательно отказаться от заполнения мячами центральной корзины, оставив это союзнику по альянсу.
2. Отвезти максимально возможное количество передвижных корзин на пандус.
3. Заехать роботом на пандус.



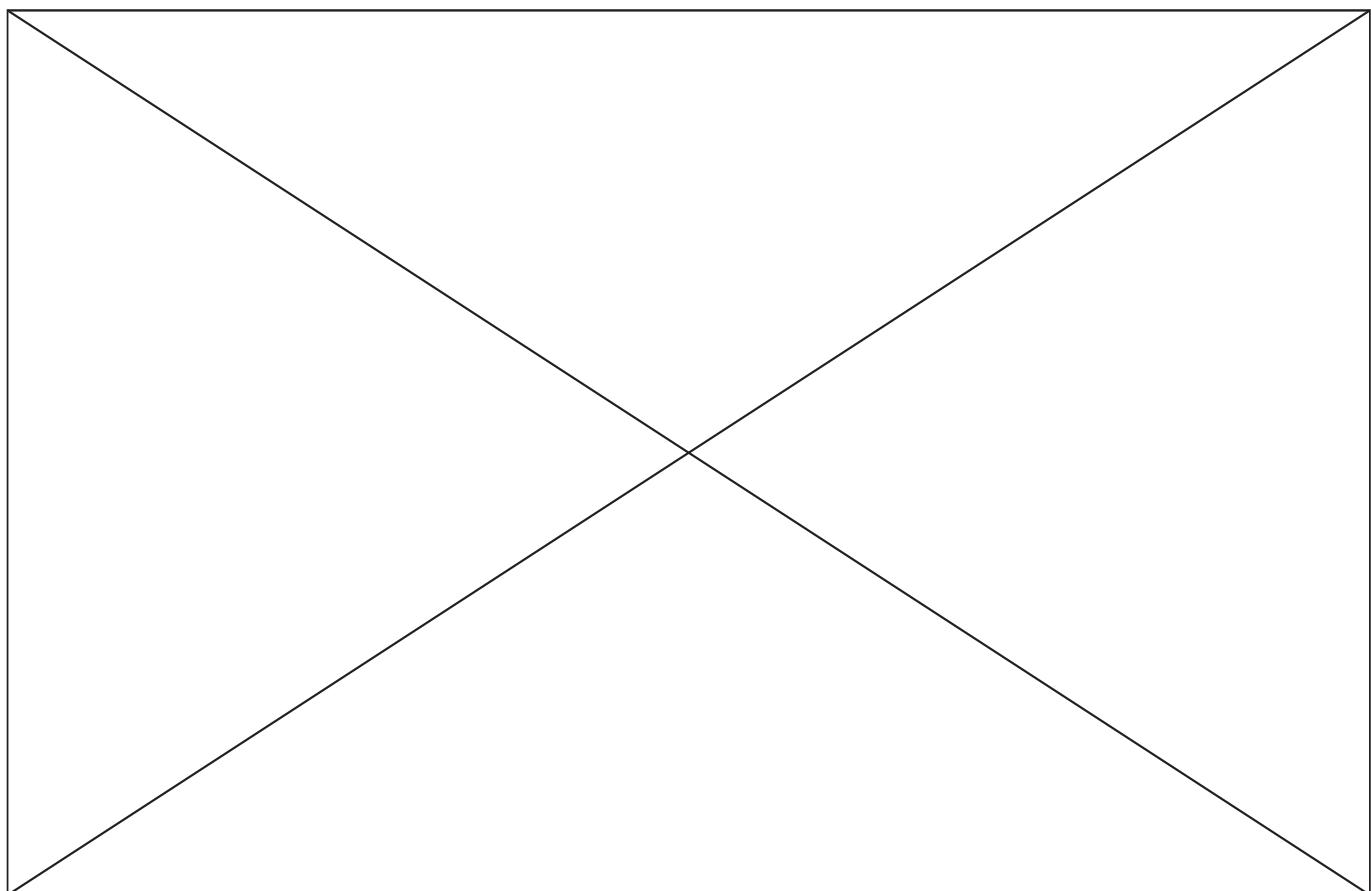
1.3 Планируемые этапы создания робота

1. Создание колесной (или гусеничной) базы робота.
2. Написание программы для управления колесной базой с помощью одного (1) джойстика.
3. Создание системы контроля мячей.
4. Написание программы для управления системой контроля мячей параллельно с движением робота с помощью двух (2) джойстиков.
5. Написание программы для автономного периода.
6. Создание дополнительных декоративных элементов.
7. Установка на робота дополнительной защиты корпуса для предотвращения повреждений при случайных столкновениях.
8. Тренировки (в одиночку или с другими роботами).
9. Внесение доработок по итогам первых соревнований.



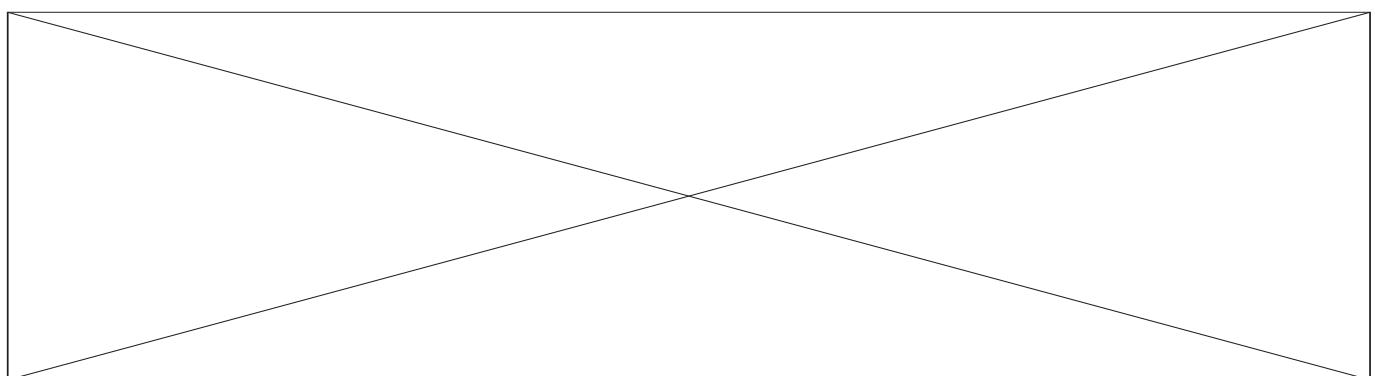
1.4 Материалы, использованные в работе

1. Алюминиевая ось 1м x 8мм. 2 экз.
2. Стальная ось 3м x 8мм. 2 экз.
3. Алюминиевая полоса 2м x 50мм x 2мм. 1 экз.
4. Алюминиевая полоса 1м x 40мм x 3мм. 1 экз.
5. Алюминиевый профиль 1м x 10мм x 10мм. 1 экз.
6. Мебельная рейка 30см. 2 экз.
7. Мебельная рейка 35см. 4 экз.
8. Ремень 2,5м. 1 экз.
9. Хомуты пластмассовые. 1 уп.
10. Пластмассовая бутылка. 1 экз.
11. Пластмасса ПЭТ листовая 20 см x 2 м. 1 экз.
12. Нитки.
13. Термоклей.
14. Скотч.



1.5 Специальная терминология

- Корпус
- Подъемник
- Механизм раздвигания подъемника
- Захват
- Откосы
- Перекладина (ось)
- Ребро жесткости
- Направляющая
- Ковш
- Механизм раздвигания подъемника
- Механизм опрокидывания ковша
- Механизм опрокидывания ковша
- Привод
- Драйвер приводов/сервоприводов
- Энкодер
- Левый аналоговый датчик
- Прослойка
- Алюминиевая полоса
- Г-образный профиль
- Мебельная рейка
- Термоклей
- Лопатка



1.5.1 29.09.14

1. Время начала и окончания собрания: 18:00 - 21:30
2. Цели собрания:
 - 2.1. Обсудить правила FTC.
 - 2.2. Разобрать основные аспекты конструкции робота.
 - 2.3. Разработать стратегию игры нашей команды.
3. Проделанная работа:
 - 3.1. Была обсуждена 2 часть правил, с которыми каждый из нас предварительно ознакомился самостоятельно.
 - 3.2. В ходе обсуждения конструкции робота было выдвинуто несколько идей:
 - 3.2.1. Размеры робота:
 - 3.2.1.1. Робот должен быть достаточно компактным, чтобы помимо самого корпуса в размеры помещался еще и захват для мячей.
 - 3.2.1.2. Робот должен быть компактным, чтобы не мешать союзникам.
 - 3.2.1.3. Корпус робота не должен быть слишком маленьким, иначе он будет неустойчив в разложенном состоянии с вытянутым ковшом (максимальная высота поднятия – 120 см).
 - 3.2.2. Колесная база:
 - 3.2.2.1. Конструкция с четырьмя ведущими колесами, центры которых находятся в углах квадрата. Такая система также хорошо ездит по прямой и разворачивается на месте, но в отличие от предыдущей занимает значительно меньше места и практически неразрушаема, что имеет важную роль в соревнованиях FTC. Незначительным минусом конструкции является то, что при развороте колеса неспособны катиться и подпрыгивают, из-за чего робот ощутимо трясется.
 - 3.2.2.2. Конструкция с двумя гусеницами. Плюсы данной конструкции заключаются в том, что она отлично ездит по прямой и разворачивается на месте вокруг точки пересечения диагоналей прямоугольника, в углах которого располагаются катки. Минусами системы являются большие размеры и ненадежность, поскольку гусеница может слететь в самый ответственный момент. Кроме того, в нашем наборе TETRIX отсутствуют гусеницы, поэтому в случае выбора данной конструкции их придется сделать самостоятельно.
 - 3.2.2.3. Конструкция с четырьмя ведущими омни-колесами из набора TETRIX, центры которых находятся в углах квадрата, расположенными под углом в 45 градусов к корпусу. Превосходство данной конструкции над предыдущими в том, что она способна двигаться не только вперед или назад, а во всех направлениях. Эта конструкция позволяет роботу очень быстро поворачиваться на месте, но плохо показывает себя при движении по прямой, что может негативно сказаться на автономном периоде.
 - 3.2.2.4. Конструкция с четырьмя ведущими омни-колесами, в которых ролики располагаются под углом в 45 градусов к направлению вращения колеса, центры которых находятся в углах квадрата, таким же образом, как в случае с обычными колесами. Плюсы: точное движение по прямой, быстрый разворот на месте, возможность движения в любом направлении без поворота корпуса. Минусы: необходимость покупать колеса отдельно в связи с отсутствием таковых в наборе, низкая точность при развороте.

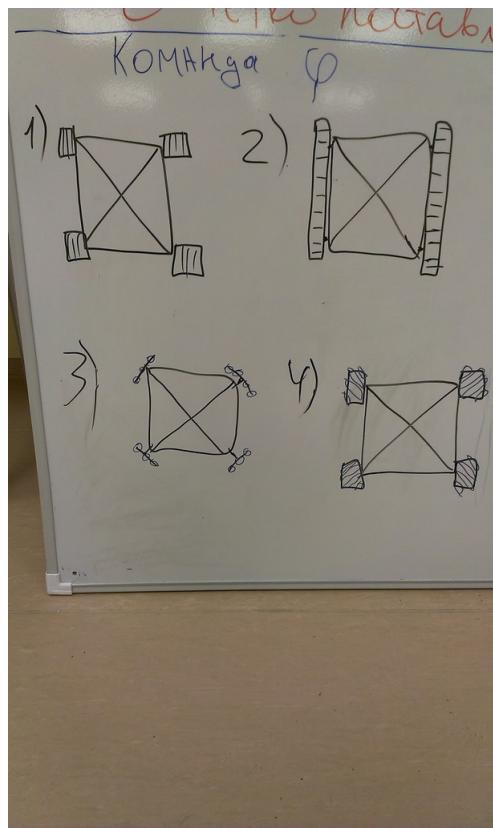


Рис. 1: Идеи для ходовой: 1) Конструкция с четырьмя ведущими колесами 2) Конструкция с двумя гусеницами 3) Конструкция с четырьмя ведущими омни-колесами из набора TETRIX
4) Конструкция с четырьмя ведущими омни-колесами

3.2.3. Система контроля мячей:

- 3.2.3.1. Корзина для шаров закреплена на системе из некоторого количества реек, соединенных между собой сервоприводами. Плюсы: отсутствие лески, способной порваться в ходе соревнований. Минусы: чрезмерная сложность и громоздкость конструкции вкупе с ее слабой надежностью.
- 3.2.3.2. Корзина для шаров закреплена на вертикальных раздвижных мебельных рейках, основание которых жестко зафиксировано на каркасе робота, а механизм раздвигания приводится в действие DC-мотором, наматывающим на себя леску. Плюсы: простота и надежность конструкции (за исключением лески), высокая точность подъема корзины-захвата на заданную высоту. Минусы: леска способна порваться в ходе соревнований
- 3.2.3.3. Корзина для шаров закреплена на раздвижных мебельных рейках, механизм раздвигания которых приводится в действие DC-мотором, наматывающим на себя леску, а основание установлено на оси другого DC-мотора, способного поворачивать ее в вертикальной плоскости, параллельной длине робота. Плюсы: возможность раздвигания системы в горизонтальном положении снимает часть нагрузки с лески, точность подъема корзины-захвата на заданную высоту средняя. Минусы: леска способна порваться в ходе соревнований.

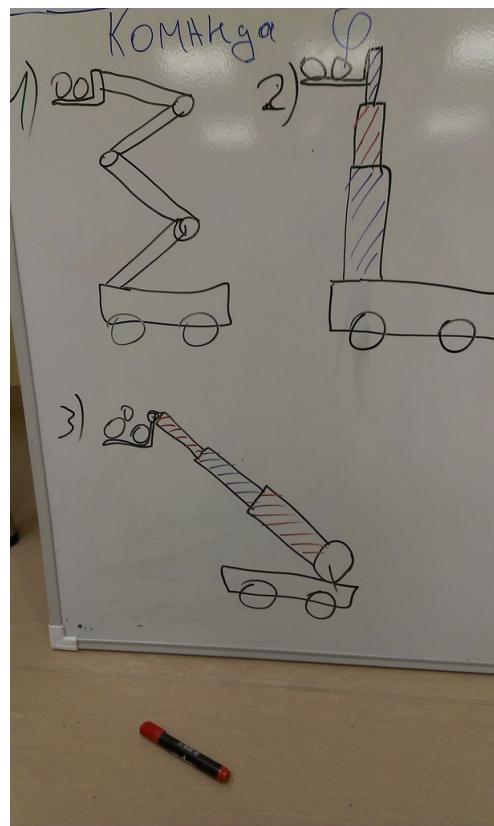


Рис. 2: Идеи для подъемника мячей: 1)Конструкция №1
б)Конструкция с неподвижными мебельными рейками в) Конструкция с мебельными рейками, установленными на вращающейся платформе

3.2.4. Система фиксирования подвижной корзины (для более точного закидывания мячей в корзину, а также для транспортировки ее в зону парковки):

- 3.2.4.1. П-образный захват с двумя сервоприводами, фиксирующими корзину между балками, установленный на оси DC-мотора, способного поворачивать ее в вертикальной плоскости, параллельной длине робота. Плюсы: способность поднимать корзину над полом, входит в размеры в сложенном состоянии. Минусы: занимает много места.
- 3.2.4.2. Такой же захват, только вместо балок-клешней используются крючки, способные захватывать корзину за отверстия, расположенные в ее основании. Плюсы: компактнее предыдущего варианта. Минусы: Попадать крючками в отверстия будет довольно трудно.

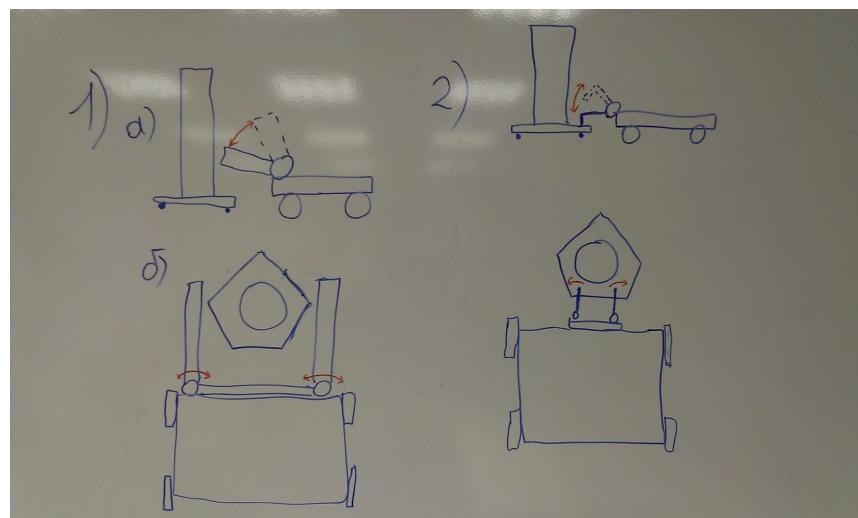


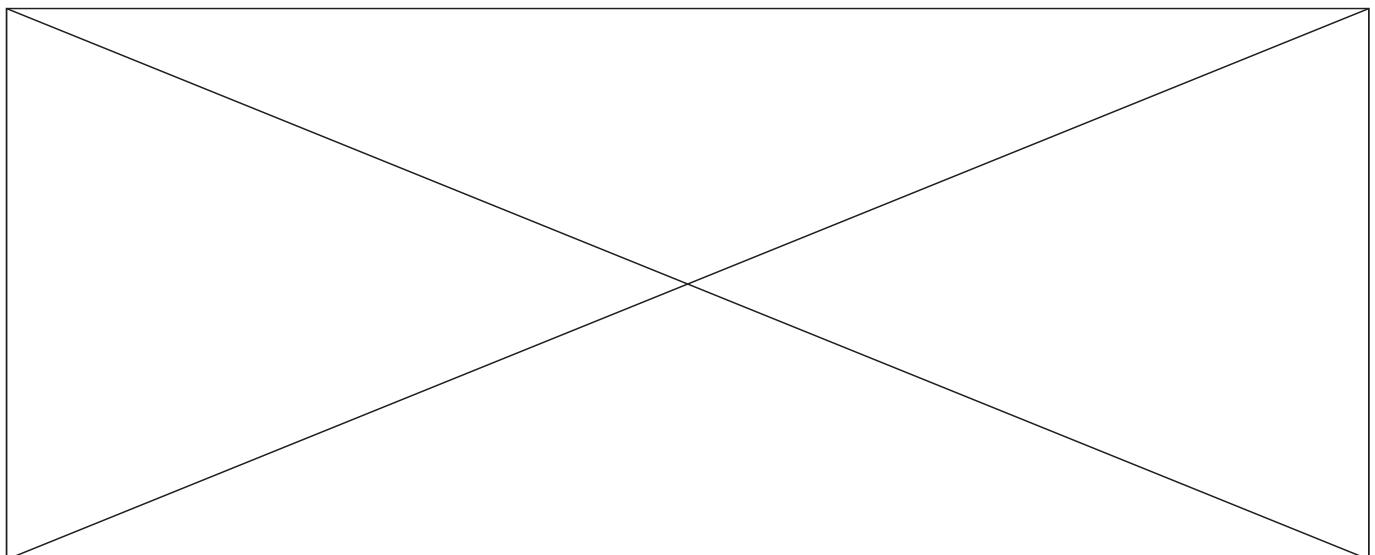
Рис. 3: Идеи фиксирования подвижной корзины: 1)П-образный захват 2)Захват с крючками

4. Итоги собрания:

- 4.1. В результате обсуждения были сформированы общие идеи, касающиеся нашего проекта. Они были помещены в разделы «Концепция робота», «Стратегия» и «Планируемые этапы создания робота».
- 4.2. Было определено общее направление приложения усилий, однако ничего конкретного пока решено не было.

5. Задачи для последующих собраний:

- 5.1. Выбрать оптимальную колесную базу.
- 5.2. Выбрать оптимальный размер корпуса робота, исходя из соображений компактности и устойчивости.
- 5.3. Выбрать наилучшую систему контроля шаров.
- 5.4. Выбрать наиболее эффективный вид фиксирования подвижной корзины.



1.5.2 01.10.14

1. Время начала и окончания собрания: 18:00 - 21:30
2. Цели собрания:
 - 2.1. Выбрать и сделать колесную базу робота.
 - 2.2. Создать простейшую программу для управления им с джойстика.
3. Проделанная работа:
 - 3.1. Была создана колесная база робота:
 - 3.1.1. Предпочтение было отдано варианту с омни-колесами с роликами, расположеными под углом в 45 градусов к направлению вращения, однако, поскольку пока у нас в наличии их не было, вместо омни-колес было решено установить обычные колеса из набора TETRIX.
 - 3.1.2. Для обеспечения устойчивости робота наиболее тяжелые компоненты были расположены как можно ближе к земле. Таким образом, в нижней части робота был расположен аккумулятор (он, как самая тяжелая деталь робота, был помещен в заднюю часть для того, чтобы уравновесить захват мячей, который будет располагаться в передней части робота), микроконтроллер NXT и драйвера моторов и сервоприводов.
 - 3.1.3. Поскольку вся управляющая электроника была размещена у самого пола, провода могли случайно вылезти наружу с нижней части и зацепиться за других роботов или за собственные подвижные части, поэтому на следующее занятие было решено принести пластмассовую папку и вырезать из нее кусок для днища нужного размера, чтобы защитить управляющую электронику с проводами с нижней части.

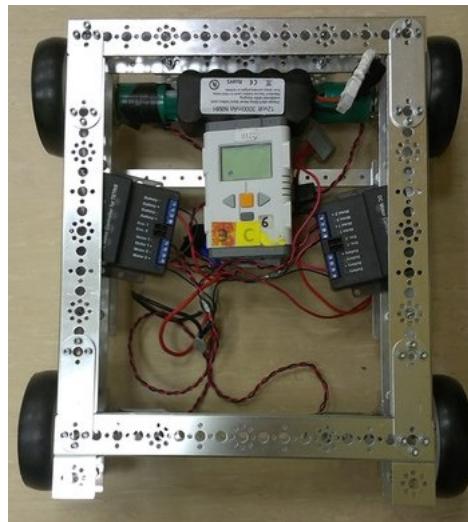


Рис. 4: Идеи фиксирования подвижной корзины: 1)П-образный захват 2)Захват с крючками

- 3.2. Была выдвинута идея сделать подъемник для мячей по принципу конвейера. Такая система позволила бы установить захват мячей стационарно на корпусе робота, а поднимать только сами мячи. Вот идеи конвейеров:
 - 3.2.1. Лента с корзинами, расположенными на ней через равные промежутки.

3.2.2. Раздвижной полый цилиндр, внутри которого перемещаются оси, выполняющие роли основания корзины, стенками которой являются стенки раздвижного цилиндра.

3.2.3. Раздвижной полый цилиндр, внутри которого с одной стороны расположена движущаяся вверх лента с закрепленными на ней упругими «ворсинками», притягивающими шары вверх по трубе. Плюс данной системы в том, что мячи могут захватываться лентой сразу, а не ждать следующую корзину.

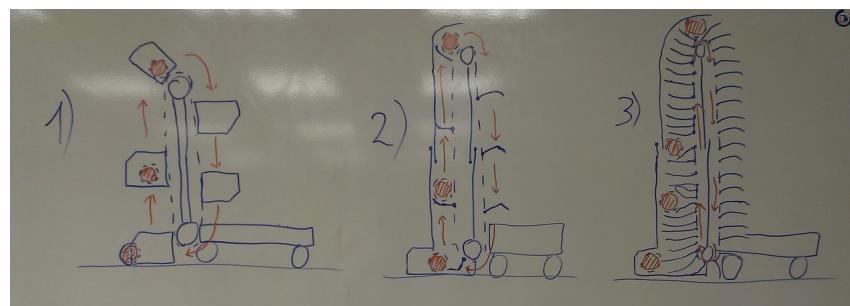


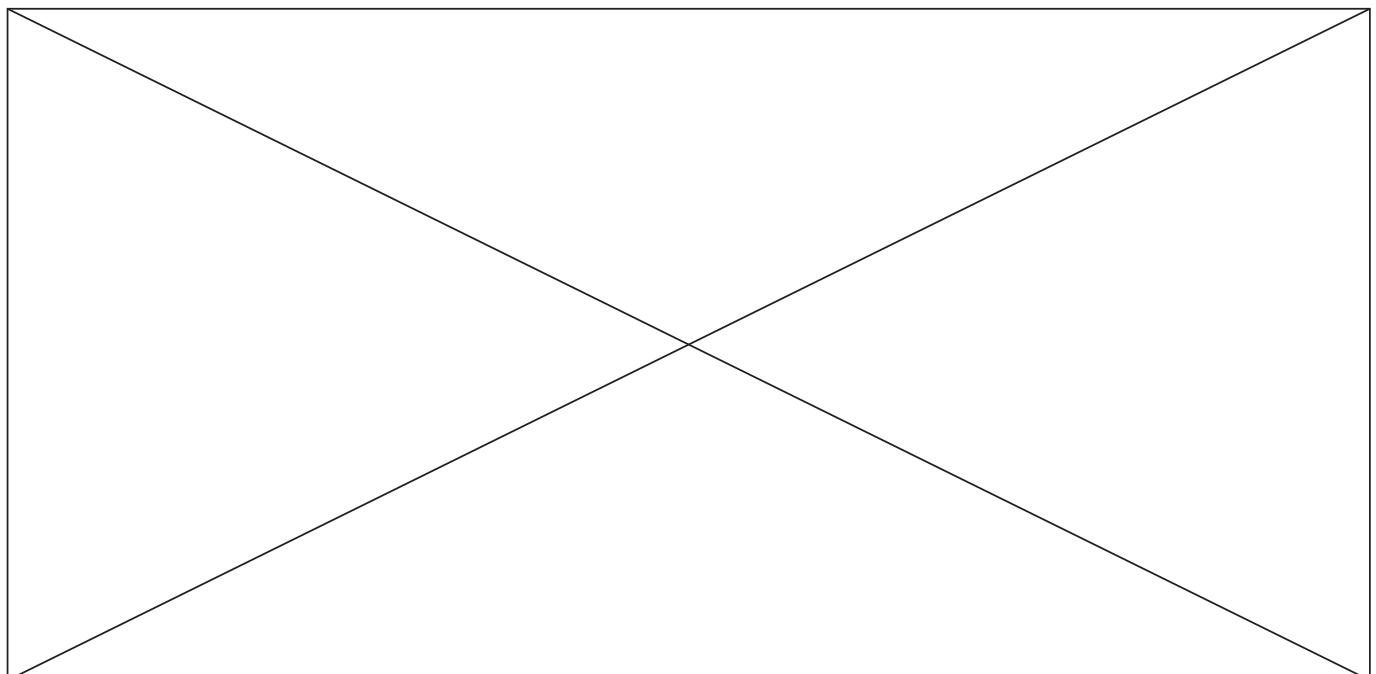
Рис. 5: Идеи для подъемника мячей: 1)Лента с корзинами
2)Конструкция с раздвижным цилиндром 3)Конструкция с
раздвижным цилиндром и ворсинками

4. Итоги собрания:

- 4.1. Колесная база робота собрана.
- 4.2. Программа управления роботом не реализована.

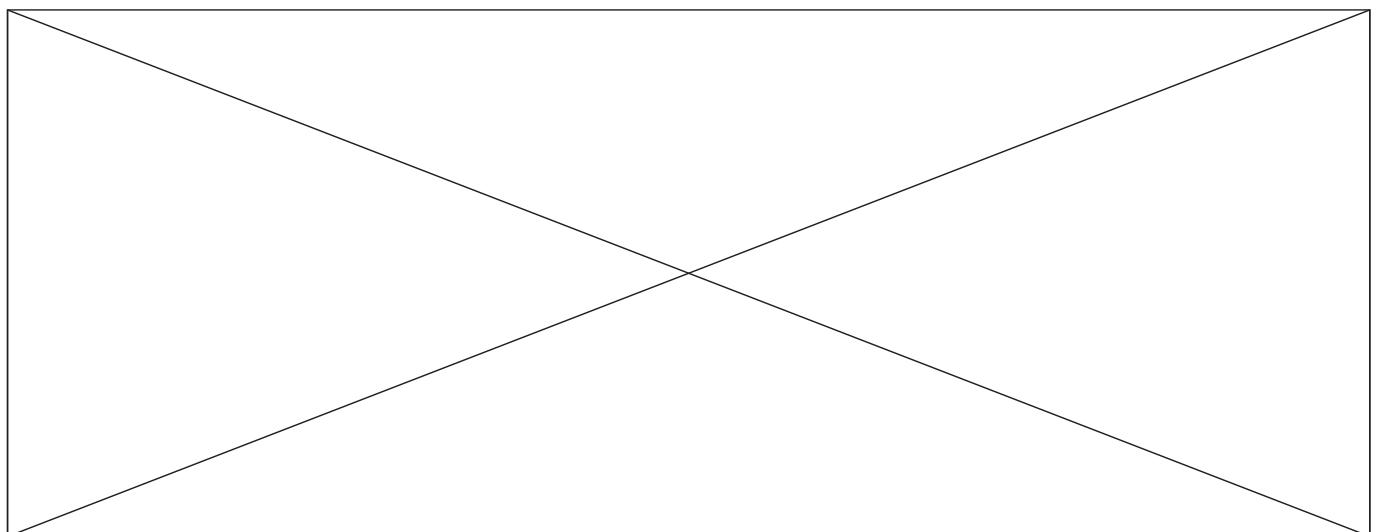
5. Задачи для последующих собраний:

- 5.1. Создать программу управления роботом.
- 5.2. Установить защиту днища.



1.5.3 06.10.14

1. Время начала и окончания собрания: 21:00 - 21:30
2. Цели собрания:
 - 2.1. Начать писать программу для управления роботом с джойстика.
3. Проделанная работа:
 - 3.1. Для проверки способностей ходовой было написано две программы движения робота – по прямой и вокруг своей оси. При движении по прямой робот показал блестящие результаты, поскольку почти не отклонился от изначальной траектории за все время движения. При вращении вокруг своей оси робот сильно дребезжал, поскольку из-за высокого коэффициента трения его колеса не могли проскальзывать по полу и подпрыгивали, но в целом это никак не влияло на точность поворота. Робот вращался точно вокруг своего центра тяжести, однако последний находился не в центре робота, а ближе к задней части. Возможно, для удобства управления следует переместить центр тяжести ближе к линии пересечения диагоналей квадрата, в углах которого расположены колеса. Тогда место, необходимое на разворот, будет меньше и мы будем меньше мешать союзникам.
 - 3.2. В результате обсуждения типа подъемника был выбран вариант с раздвижными мебельными рейками, основание которых жестко зафиксировано на каркасе робота. Эта конструкция наиболее надежная из всех описанных выше, а также самая простая в исполнении.
4. Итоги собрания:
 - 4.1. Программа управления с джойстика пока не реализована.
 - 4.2. Выбран тип подъемника для мячей.
5. Задачи для последующих собраний:
 - 5.1. Купить мебельные рейки для создания подъемника.



1.5.4 07.10.14

1. Время начала и окончания собрания: 17:00 - 21:30

2. Цели собрания:

2.1. Написать программу для управления роботом с джойстика.

2.2. Начать создание подъемника для шаров.

3. Проделанная работа:

3.1. Сегодня было реализовано управление роботом с помощью джойстика. Управление моторами осуществлялось с помощью левого аналогового датчика. В ходе испытаний было выяснено, что когда на моторы подается малый ток, они не могут повернуться, и издают громкий неприятный звук, вероятно свидетельствующий о том, что они работают на износ. В связи с этим было решено поставить ограничение на подачу моторам слишком слабого сигнала.

3.2. Для того, чтобы поднимать корзину на 120 см, было решено собрать две направляющих, каждая из которых состоит из четырех мебельных реек, двух по 30 см и двух по 35 см. Таким образом, рабочая высота составила 130 см. Направляющие были установлены на робота, однако каким образом будет реализован механизм для их раздвигания пока неизвестно.

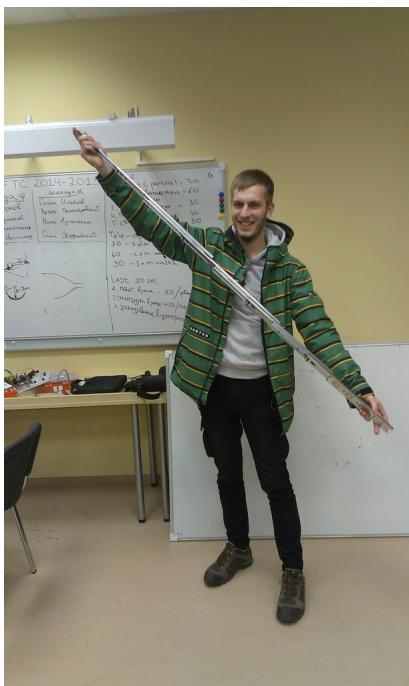


Рис. 6: Направляющие для подъемника

3.3. Поскольку во внутренней части робота оставалось много свободного пространства, было решено установить подъемник шаров в центральной части робота, а управляющую электронику переместить в заднюю часть робота и закрепить ее там для предотвращения ее повреждения расположенным рядом механизмом подъема шаров. В передней части робота было оставлено место для ковша.

3.4. Поскольку ковш будет опускаться внутри робота, она будет защищена от столкновений с другими роботами. Но в таком случае встает вопрос о том, как мячи будут попадать в ковш, если она будет располагаться внутри робота. Для решения данной проблемы было решено увеличить расстояние между полом и нижней частью передней балки каркаса до 7 см, чтобы в него мог пройти большой шарик. Этого удалось добиться поворотом моторов вокруг своей оси в местах их крепления из положения, в котором вал находится сверху в положение, в котором вал находится сбоку. Кроме того, такое решение позволило отдалить колеса друг от друга, несколько увеличив устойчивость робота.

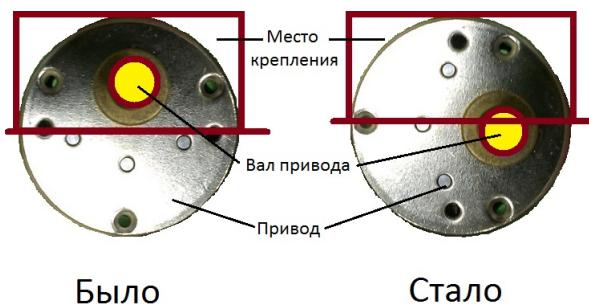
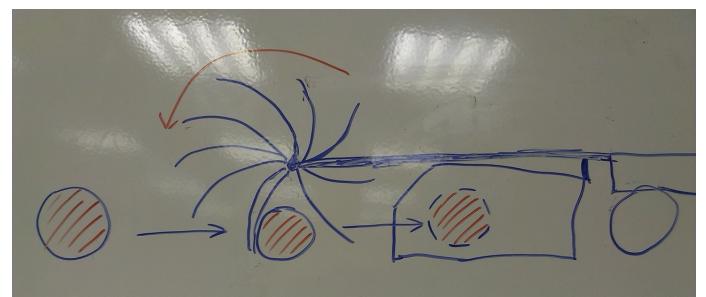


Рис. 7: Увеличение клиренса

3.5. Впоследствии в передней части робота было решено установить мягкие щетки, подобные тем, которые устанавливаются на снегоуборочные машины, которые будут вращаться и захватывать мячи. В случае, когда робот собрал максимальное количество шариков, оператор сможет остановить вращение щеток, что не даст другим мячам случайно попасть в ковш.



Внешний вид



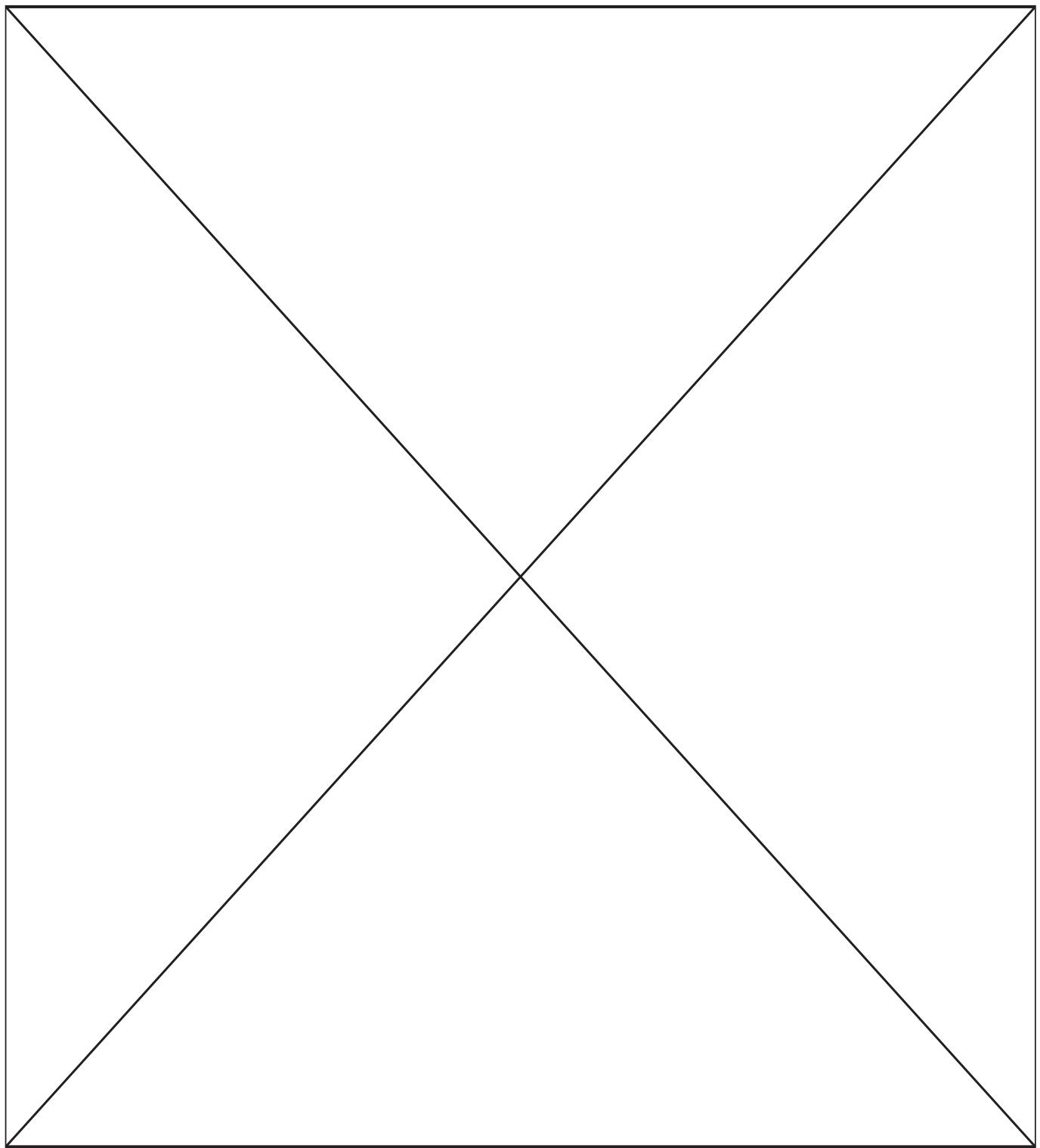
Принцип работы

Рис. 8: Идея для захвата мячей

4. Итоги собрания:

- 4.1. Реализована простейшая программа по управлению роботом, нуждающаяся в доработке.
- 4.2. Созданы и закреплены на роботе направляющие для подъемника.
- 4.3. Батарея и драйверы моторов надежно зафиксированы на роботе, блок NXT не был закреплен, поскольку его периодически требуется вынимать для замены аккумулятора.

- 4.4. Увеличен клиренс робота.
5. Задачи для последующих собраний:
 - 5.1. Доработать программу управления роботом.
 - 5.2. Реализовать управление роботом по Bluetooth.
 - 5.3. Разработать механизм раздвигания направляющих.



1.5.5 08.10.14

1. Время начала и окончания собрания: 18:30 - 21:40
2. Цели собрания:
 - 2.1. Написать программу для управления роботом по Bluetooth.
 - 2.2. Придумать оптимальный способ приведения подъемника в действие.
3. Проделанная работа:
 - 3.1. Программа управления робота была изменена. Было установлено ограничение таким образом, что при слабых отклонениях джойстика робот не реагировал, что позволило во-первых избежать чрезмерной нагрузки на моторы при подаче на них значений, близких к нулю, а во-вторых не допускать неконтролируемого движения робота в результате случайного задевания рукой аналогового датчика.
 - 3.2. Было осуществлено подключение к роботу по Bluetooth.
 - 3.3. Испытания робота в беспроводном режиме прошли успешно. Поскольку к драйверам моторов не были подключены энкодеры, мы не могли запрограммировать робота на автономное передвижение. На данный момент энкодеры нам не требовались, однако на соревнованиях они будут необходимы.
 - 3.4. В ходе испытаний была испытана способность робота подниматься по наклонной плоскости. Робот способен подняться по горке с углом наклона в 30 градусов.
 - 3.5. Для раздвигания мебельных реек было решено создать конструкцию из восьми попарно перечных осей (далее они будут называться перекладинами), закрепленных попарно между двумя направляющими таким образом, чтобы каждой балке, закрепленной в верхней части неподвижной составляющей одной мебельной направляющей, соответствовала балка, закрепленная в нижней части ее подвижной составляющей. В этом случае трос, закрепленный на нижней балке и перекинутый через верхнюю, при натягивании раздвигает мебельную рейку.

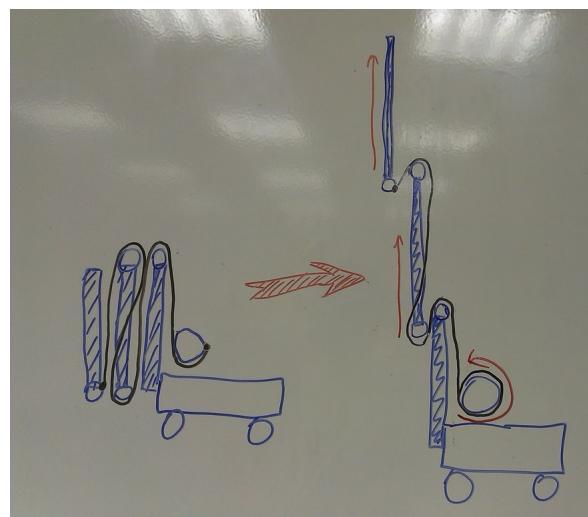


Рис. 9: Механизм раздвигания подъемника

- 3.6. Вместо лески для раздвигания подъемника было решено использовать ремень, поскольку он гораздо надежнее и не запутается в ходе матча.

4. Итоги собрания:

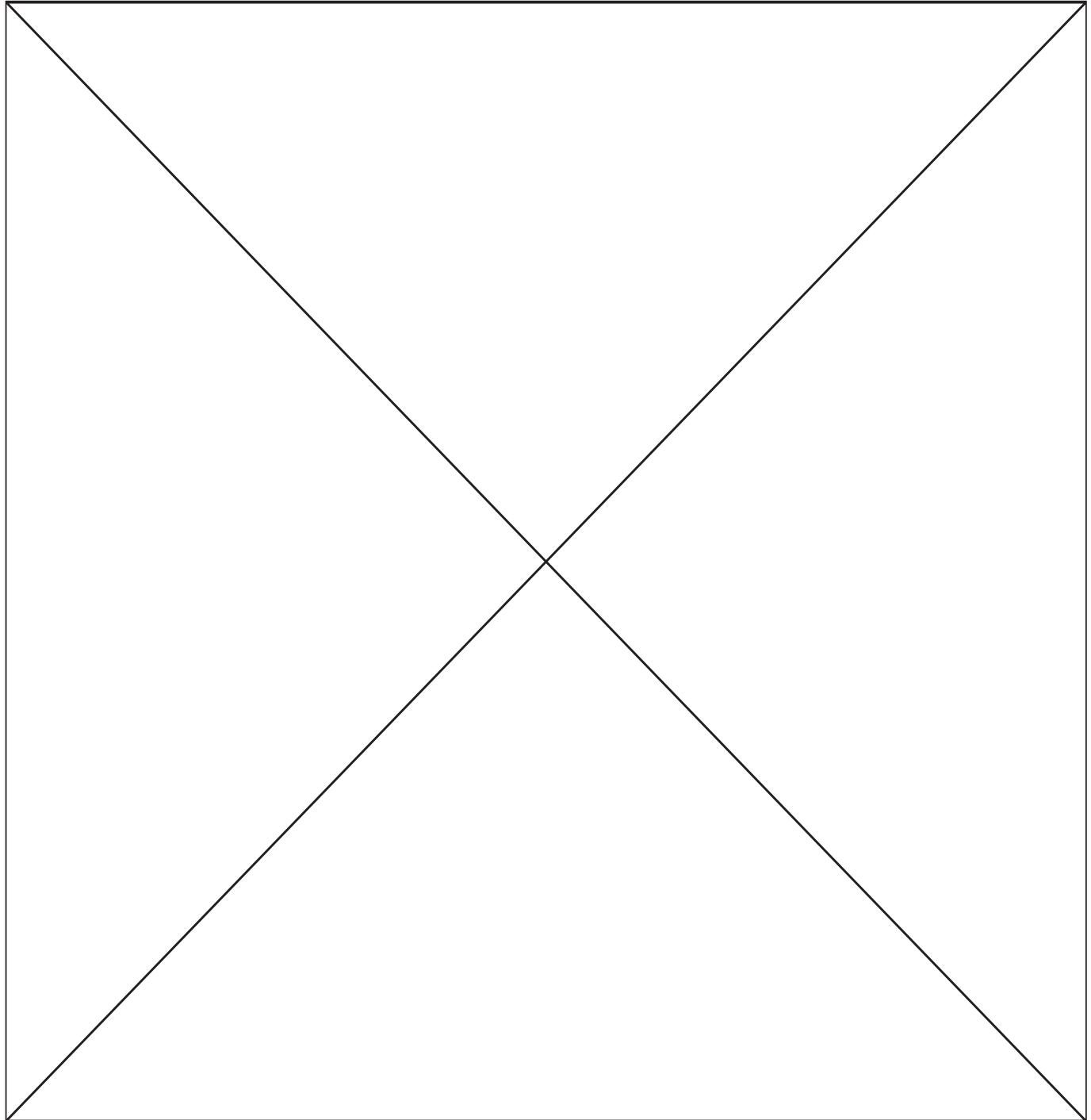
4.1. Реализовано управление роботом по Bluetooth. Результаты удовлетворительные.

4.2. Разработана концепция механизма раздвигания подъемника.

5. Задачи для последующих собраний:

5.1. Приобрести ремень для раздвигания подъемника нужной длины. Длина не менее 3-х метров.

5.2. Приобрести алюминиевый профиль для создания креплений для поперечных балок.



1.5.6 10.10.14

1. Время начала и окончания собрания: 18:30 - 21:40

2. Цели собрания:

- 2.1. Выбрать оптимальный диаметр поперечных балок для подъемника.
- 2.2. Распилить алюминиевый профиль на сегменты нужной длины, просверлить в них нужные отверстия и установить их между направляющими вместо прослойки из оригинальной тетриковской детали.

3. Проделанная работа:

- 3.1. Был приобретен ремень для раздвигания подъемника.



Рис. 10: Ремень

3.2. Для создания креплений для поперечных балок была приобретена алюминиевая полоса размерами 200 см x 5 см x 0,2 см.

3.3. В качестве поперечных балок в наборе TETRIX были доступны цилиндрические валы диаметром 15 мм и оси для колес диаметром 5 мм. Предпочтение было отдано последним по причине их большей компактности.

3.4. Поскольку оси меньшего диаметра имели срезанный край для закрепления втулок колес, они оказывали большое сопротивление движению ремня из-за трения. Тогда было решено насадить на ось свободные (без креплений) втулки. Предварительные испытания продемонстрировали полную состоятельность данной идеи.

3.5. После этого было решено приступить к действиям:

3.5.1. Направляющие подъемника были предварительно разобраны.

3.5.2. Алюминиевая полоса была распилена на 6 сегментов: 2 по 30 см и 4 по 35 см.

3.5.3. При сверлении полученных деталей возникли трудности, поскольку все сверла оказались сточенными. К следующему занятию было решено купить новые сверла.

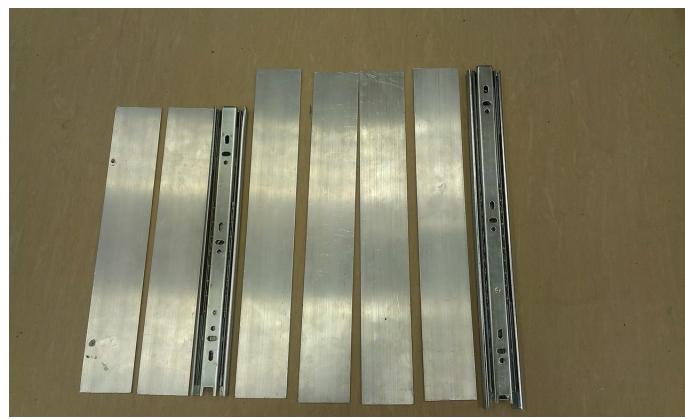


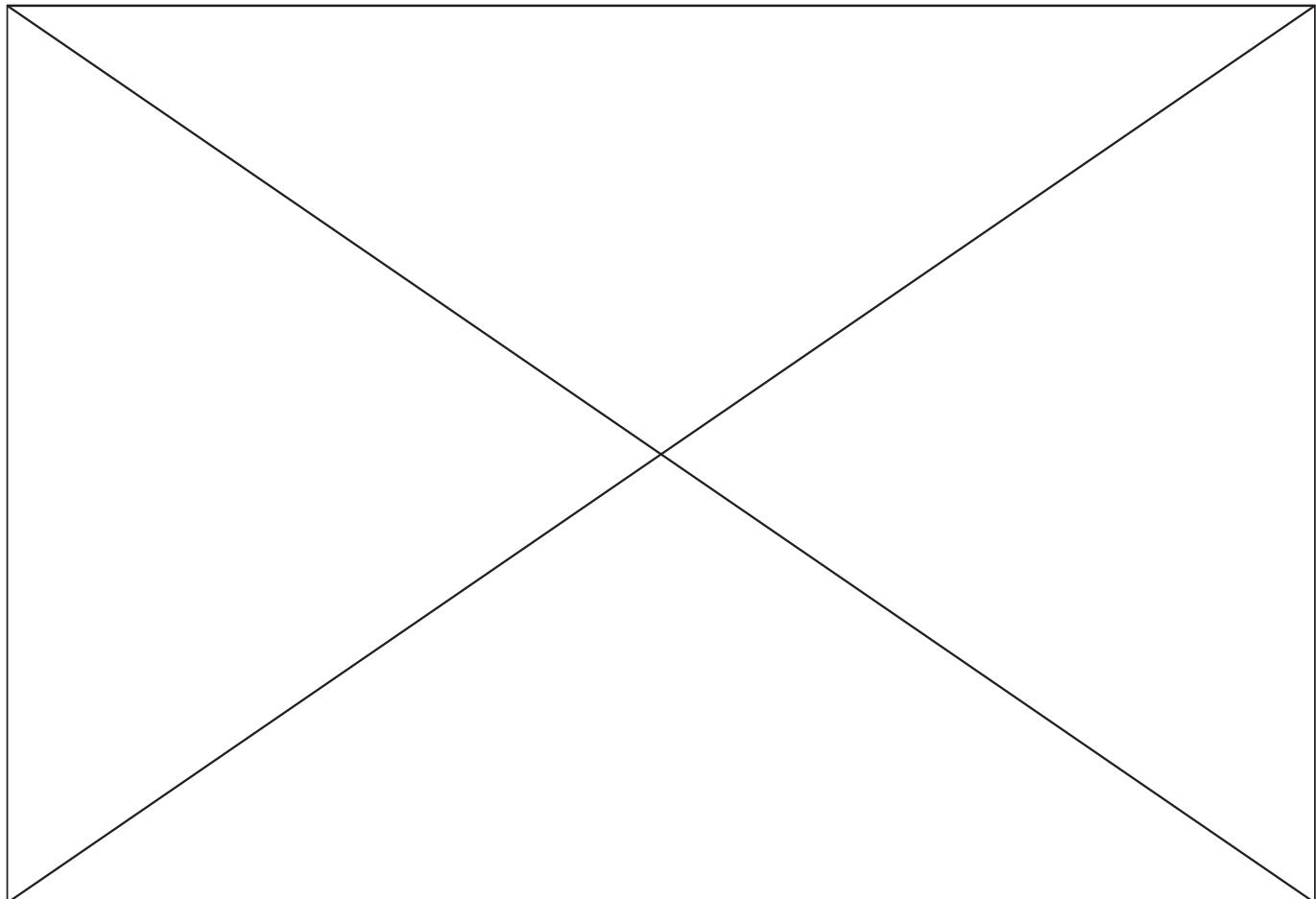
Рис. 11: Алюминиевая полоса была распилена на 6 сегментов

4. Итоги собрания:

- 4.1. Выбраны балки для подъемника.
- 4.2. Балка распилена на сегменты нужной длины.
- 4.3. Просверлить отверстия не удалось.

5. Задачи для последующих собраний:

- 5.1. Купить новые сверла по металлу.



1.5.7 11.10.14

1. Время начала и окончания собрания: 16:40 - 21:40
2. Цели собрания:
 - 2.1. Просверлить отверстия в креплениях для балок в подъемнике.
 - 2.2. Полностью собрать направляющие подъемника с новыми креплениями.
 - 2.3. По возможности установить направляющие на робота.
3. Проделанная работа:
 - 3.1. Все крепления были закончены и установлены на направляющие.
 - 3.2. При установке креплений для балок на направляющие выяснилось, что алюминиевый профиль тоньше, чем деталь из TETRIX-а, использовавшаяся в качестве прослойки между мебельными рейками, и из-за этого винты, которыми скреплялись направляющие, дальше выходили из отверстий и мешали мебельным рейкам раздвигаться. Было принято решение несколько сточить винты. Поскольку стачивание винта со стороны резьбы могло помешать нормальному ходу гайки по резьбе, была сточена часть шляпки, под которую затем было подложено две гайки. После этого раздвиганию направляющих ничего не мешало.

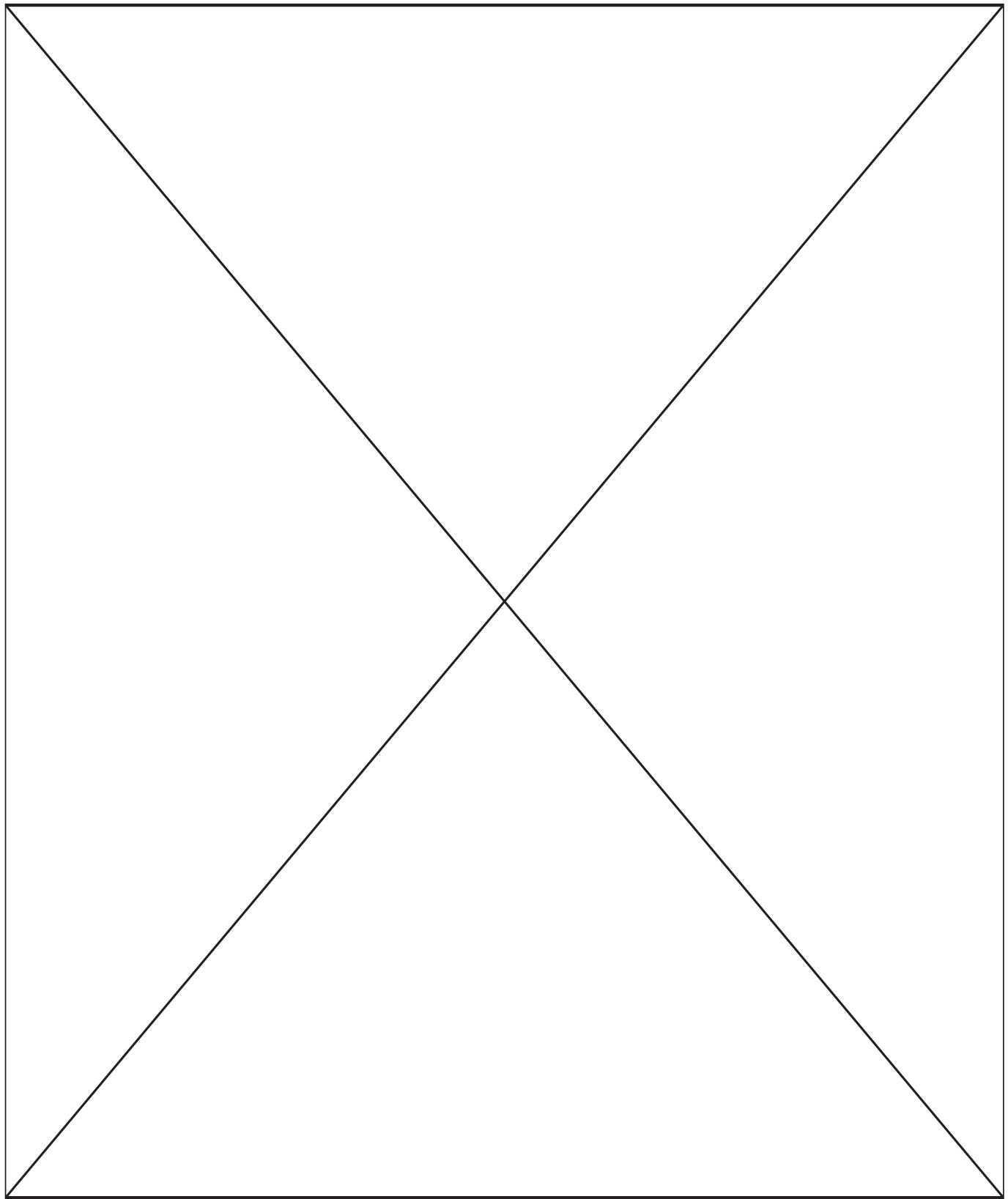


Рис. 12: Направляющие с креплениями для перекладин

4. Итоги собрания:
 - 4.1. Направляющие собраны, но не установлены на робота.

5. Задачи для последующих собраний:

5.1. Установить направляющие на робота, собрать полноценный подъемник и испытать его в действии.



1.5.8 13.10.14

1. Время начала и окончания собрания: 21:00 - 21:30
2. Цели собрания:
 - 2.1. Установить направляющие на робота.
 - 2.2. Разработать концепцию механизма для закидывания мячей в подвижные корзины.
3. Проделанная работа:
 - 3.1. Поскольку в нашу стратегию входило возить подвижную корзину за собой сзади, было решено установить на последней направляющей ось, вокруг которой мог бы вращаться ковш с мячами. Сверху ковша будет помещена трубка диаметром чуть больше диаметра большого шарика, которая будет поворачиваться вокруг оси вместе с ним и в тот момент, когда ковш будет находиться выше трубы, мячи по ней будут скатываться назад, за робота, туда, где расположена корзина.

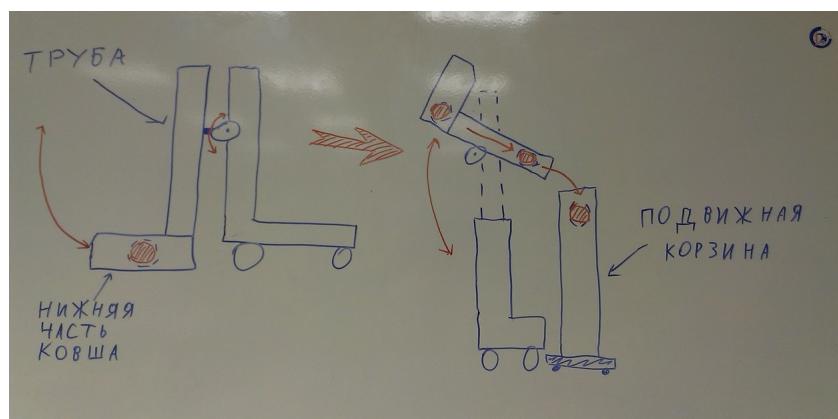


Рис. 13: Идея для ковша

- 3.2. Было подсчитано, что оптимальным местом расположения оси, вокруг которой должен будет вращаться ковш, является помещение ее в 20 сантиметрах от нижнего края последнего сегмента направляющих. Дополнительный прирост высоты подъема ковша позволил отказаться от одной пары 30-сантиметровых мебельных реек. Таким образом, у нас осталось три пары мебельных реек рабочей высотой в 105 сантиметров и механизм для закидывания мячей в корзины, находящийся на стадии разработки.
- 3.3. Измененные направляющие были установлены на робота.
- 3.4. После установки направляющих было решено протестировать работу подъемника. Ремень хорошоправлялся с задачей, однако оси прогибались, испытывая сильные нагрузки, из чего был сделан вывод, что нам необходимы более прочные оси. Кроме того, рейки раздвигались неодинаково, поэтому было решено попарно жестко скрепить их друг с другом. Критических проблем в системе подъемника обнаружено не было.

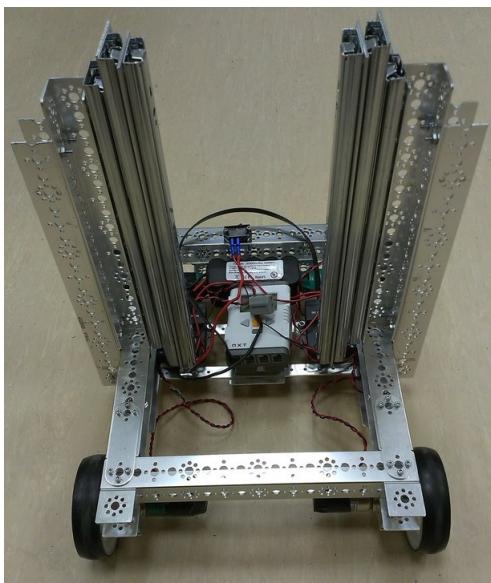


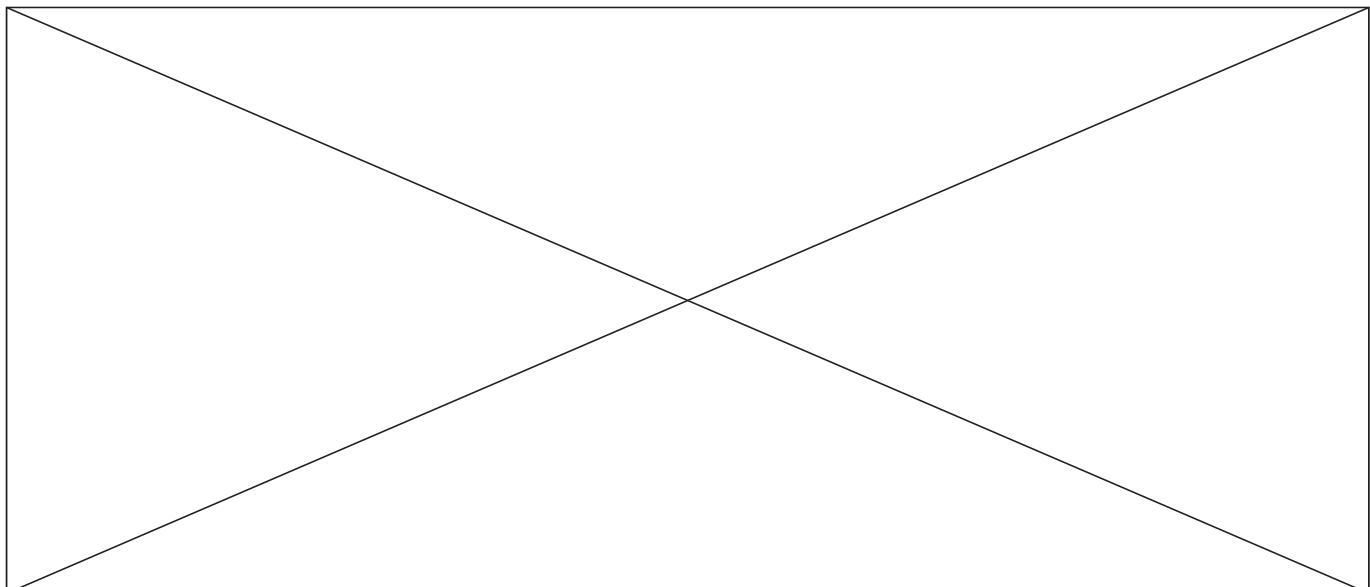
Рис. 14: Робот с установленными на него направляющими

4. Итоги собрания:

- 4.1. Направляющие установлены на робота. Их конструкция упрощена.
- 4.2. Разработана концепция механизма закидывания мячей в корзины.

5. Задачи для последующих собраний:

- 5.1. Собрать устройство для вращения ковша.
- 5.2. Найти и купить более прочные оси для подъемника.
- 5.3. Купить еще один алюминиевый профиль для жесткого закрепления мебельных направляющих между собой.



1.5.9 15.10.14

1. Время начала и окончания собрания: 17:00 - 21:30
2. Цели собрания:
 - 2.1. Заменить перекладины на подъемнике на более прочные.
 - 2.2. Скрепить попарно направляющие в подъемнике для того, чтобы он ровно раздвигался.
3. Проделанная работа:
 - 3.1. У нас не было возможности приобрести необходимые ресурсы для доработки подъемника, поэтому сегодня было решено заняться разработкой захвата для мячей в виде врачающейся щетки.
 - 3.2. Передняя часть робота была видоизменена и на ней были установлены сервопривод свободного вращения с осью, на которой было решено закрепить щетку, в качестве ворсинок которой будут использоваться стяжки.

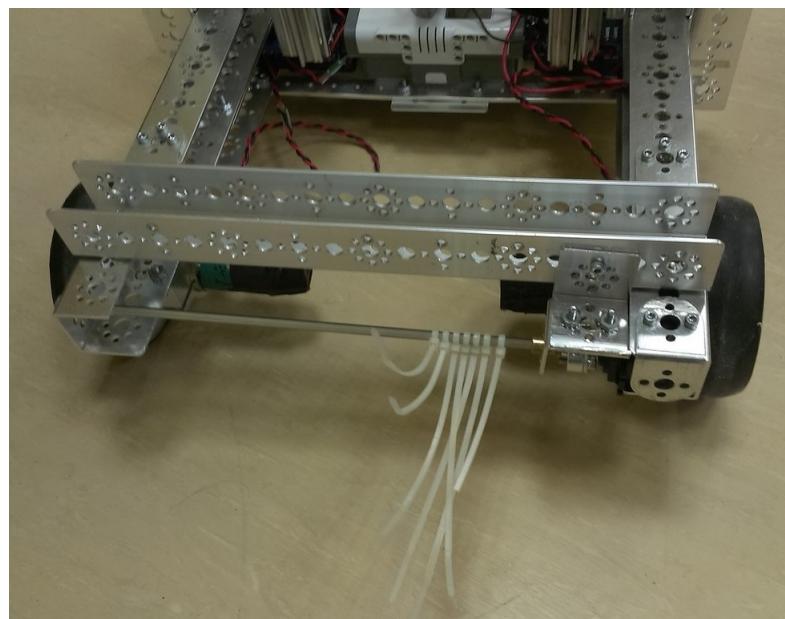
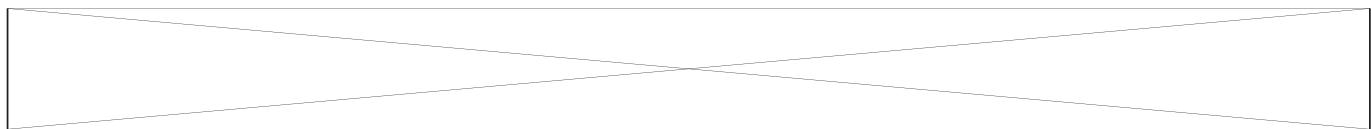


Рис. 15: Механизм захвата мячей

4. Итоги собрания:
 - 4.1. Создана основа захвата для мячей.
 - 4.2. Доработка подъемника не осуществлена.
5. Задачи для последующих собраний:
 - 5.1. Купить все необходимые ресурсы для доработки подъемника.
 - 5.2. Доделать захват для мячей и написать программу для управления им.



1.5.10 16.10.14

1. Время начала и окончания собрания: 17:00 - 21:00
2. Цели собрания:
 - 2.1. Подключить контроллер для сервоприводов и подсоединить к нему сервопривод захвата.
 - 2.2. Включить в программу управления роботом управление захватом.
 - 2.3. Доработать подъемник.
3. Проделанная работа:
 - 3.1. К сегодняшнему занятию мы приобрели алюминиевую полосу 100 см x 4 см x 0,3 см для создания поперечных балок для попарного скрепления направляющих (далее они будут называться ребрами жесткости) и алюминиевую ось длиной 100 см и диаметром 8 мм для создания перекладин.
 - 3.2. Полоса была распиленена на 4 сегмента нужной длины. Для того чтобы установить получившиеся поперечные ребра жесткости на робота, было решено приобрести Г-образный профиль и распилить его на уголки нужного размера.
 - 3.3. Метровой оси хватило на 4 перекладины из необходимых 6. Две из них были закреплены с помощью деталей из набора TETRIX. Для еще одной были просверлены отверстия, однако она не была жестко закреплена. Последнюю ось, предназначенную для самой внутренней пары направляющих, было решено пока не устанавливать: во-первых, мы пока не придумали, как это сделать, а во-вторых это бы осложнило доработку подъемника.
 - 3.4. Нами был установлен контроллер сервоприводов и к нему был подключен сервопривод свободного вращения, отвечающий за захват мячей.



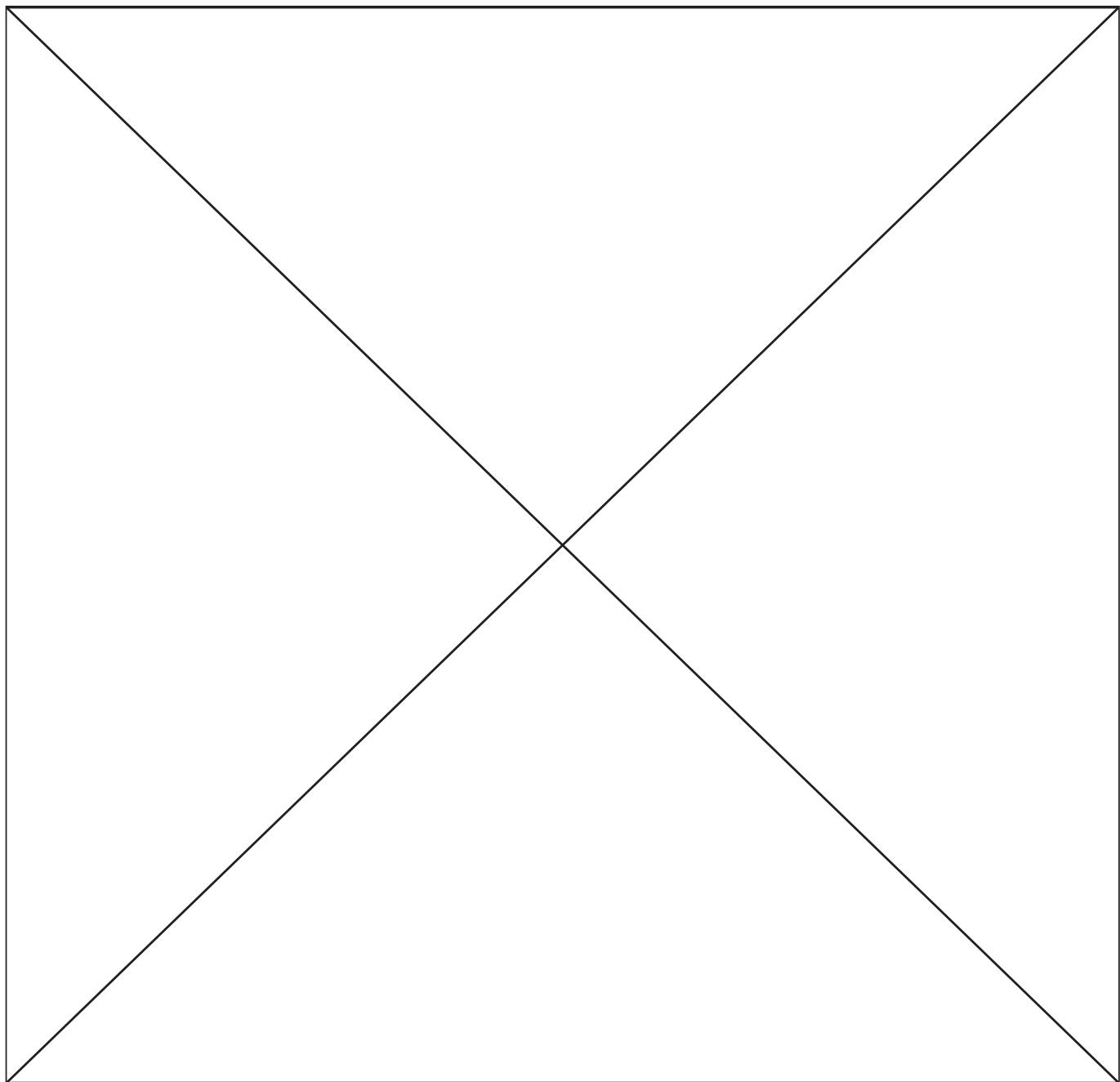
Рис. 16: Перекладины, установленные на робота

4. Итоги собрания:

- 4.1. Установлен контроллер сервоприводов.
- 4.2. Программа управления сервоприводом не написана.
- 4.3. Алюминиевая полоса распиленена на ребра жесткости, готовые к закреплению на роботе.
- 4.4. Ось распиленена на перекладины.

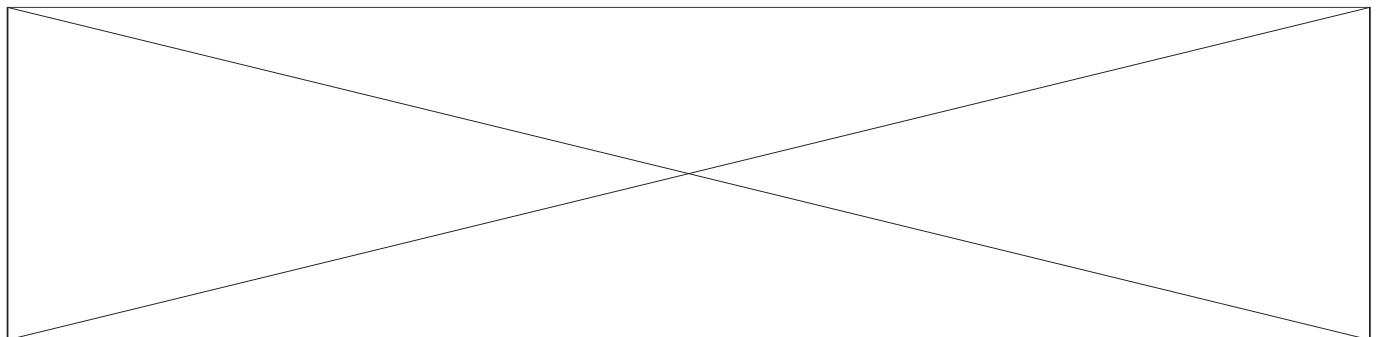
5. Задачи для последующих собраний:

- 5.1. Купить еще одну алюминиевую ось и напилить из нее оставшиеся перекладины.
- 5.2. Купить Г-образный профиль и сделать из него уголки для закрепления ребер жесткости на подъемнике.



1.5.11 17.10.14

1. Время начала и окончания собрания: 17:00 - 20:00
2. Цели собрания:
 - 2.1. Написать программу управления захватом и включить ее в программу управления роботом.
3. Проделанная работа:
 - 3.1. Была написана программа управления сервоприводом. По нажатию кнопки привод включается, а после того, как оператор убирает руку с кнопки, он останавливается. Во время испытаний стало понятно, что такая система неудобна для оператора, поскольку ему нужно постоянно держать руку на кнопке. На данный момент все команды подаются с одного джойстика, но впоследствии у первого оператора останутся только обязанности управления движением, а все остальное будет делать оператор №2.
 - 3.2. При испытании тестовой версии захвата на банках (мячей у нас на тот момент не оказалось) выяснилось, что он вместо того, чтобы захватывать их, их отталкивает. Мы поняли, что стяжки закреплены на оси сервопривода не той стороной и решили их переставить, но пока не стали этого делать.
 - 3.3. Кроме того, было решено перенести переднюю поперечную балку дальше от оси для того, чтобы она не препятствовала движению щеток-стяжек.
 - 3.4. Закреплять стяжки на оси было решено с помощью термоклея, но так как на этом занятии его у нас не было, мы решили отложить все до завтрашнего занятия.
 - 3.5. Было замечено, что ограничители хода мебельных реек не выдерживают массы подъемника и подвижные части реек проваливаются. В связи с этим требуется укрепить данные ограничители без ущерба подвижности мебельных реек.
4. Итоги собрания:
 - 4.1. Написана простейшая программа для управления захватом.
 - 4.2. Захват испытан в действии. Разработаны идеи его усовершенствования.
5. Задачи для последующих собраний:
 - 5.1. Создать окончательную версию захвата.
 - 5.2. Изменить программу управления захватом на более удобную.
 - 5.3. Укрепить ограничители хода мебельных реек.



1.5.12 18.10.14

1. Время начала и окончания собрания: 16:30 - 21:40
2. Цели собрания:
 - 2.1. Создать окончательную версию захвата.
 - 2.2. Изменить программу управления захватом на более удобную.
3. Проделанная работа:
 - 3.1. Поперечная балка передвинута дальше от оси вращения захвата.
 - 3.2. Стяжки размещены на оси в 4 ряда через каждые 90° и закреплены термоклеем.

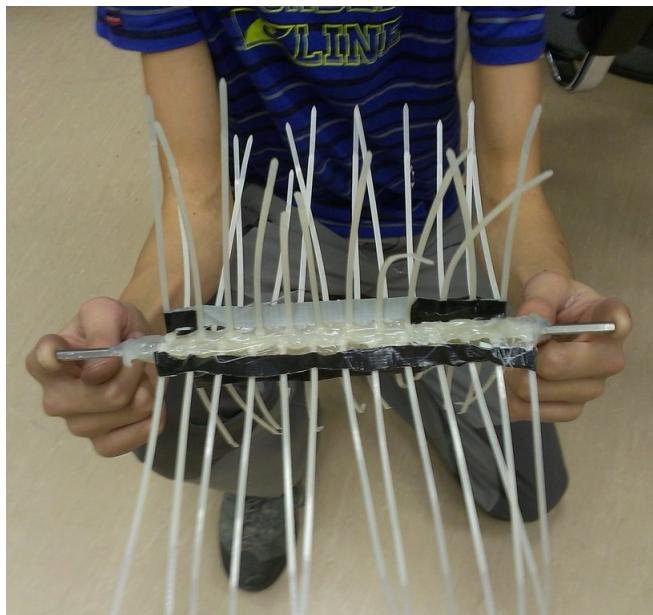


Рис. 17: Щетка захвата

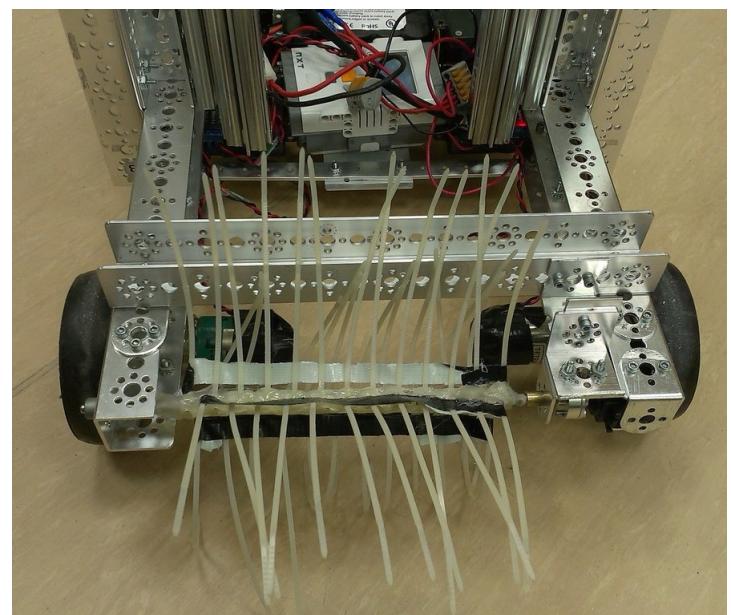


Рис. 18: Окончательная версия механизма захвата мячей

- 3.3. Программа управления захватом заменена. Теперь сервопривод меняет свое состояние (стоит или работает) по нажатию кнопки. Это позволяет оператору не отвлекаться на поддержание захвата в работающем состоянии.
- 3.4. Были проведены полноценные испытания захвата с двумя мячами из набора NXT диаметром 5 см. Испытания прошли успешно, робот был способен захватывать мячи, расположенные как на открытом пространстве, так и возле стены. Некоторое неудобство доставлял тот факт, что щетка захвата расположена не вдоль всей передней кромки робота, а только посередине, поэтому для захвата мяча требовалось к нему прицеливаться. Впоследствии мы планируем устраниТЬ этот недостаток, установив по бокам от захвата балки, расположенные в виде воронки (далее они будут называться откосами), что позволит шарикам самостоятельно закатываться в область действия захвата.
- 3.5. При программировании сервопривода свободного вращения выяснилось, что при постановке его на нейтраль он стремится удерживать угол, из-за чего начинает дребезжать. Это необходимо исправить.

- 3.6. Во время испытаний было замечено, что робот почти перестал дребезжать при поворотах корпуса. Как оказалось, это произошло по причине того, что большая часть его массы была сконцентрирована в задней части и передние колеса свободно проскальзывали. Это не было сделано специально, но тем не менее это усовершенствование дало в целом положительный результат.
- 3.7. Помимо изначальных задач нами был сконструирован и закреплен на роботе механизм для опрокидывания ковша.

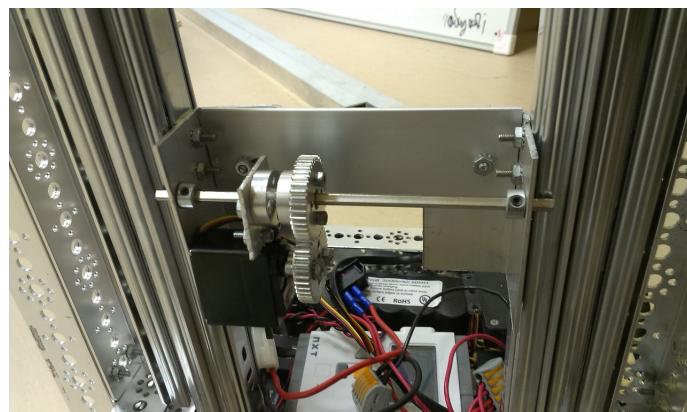


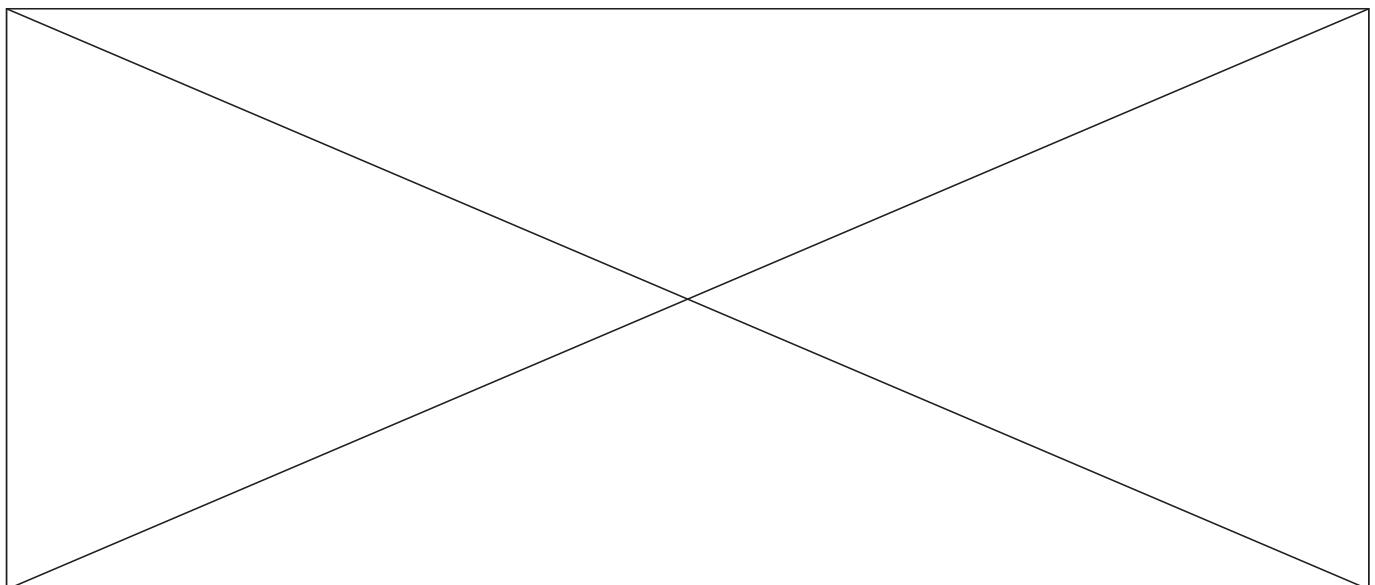
Рис. 19: Механизм для опрокидывания ковша

4. Итоги собрания:

- 4.1. Завершена работа над механизмом захвата.
- 4.2. Создана удобная программа для управления захватом.

5. Задачи для последующих собраний:

- 5.1. Исправить проблему с сервоприводом свободного вращения.
- 5.2. Укрепить ограничители хода мебельных реек.
- 5.3. Установить балки помощи захвату.



1.5.13 20.10.14

1. Время начала и окончания собрания: 20:30 - 21:30

2. Цели собрания:

- 2.1. Устранить проблему сервопривода.
- 2.2. Закрепить ребра жесткости на подъемнике.

3. Проделанная работа:

- 3.1. Для устранения Проблемы с сервоприводом мы попробовали сделать так, чтобы перед остановкой он немного прокручивался назад. Однако это ни к чему не привело.
- 3.2. Приобретенный Г-образный профиль распилен на уголки нужной длины.
- 3.3. Ребра жесткости для подъемника изготовлены. Одно из них установлено на работу.



Рис. 20: Ребра жесткости

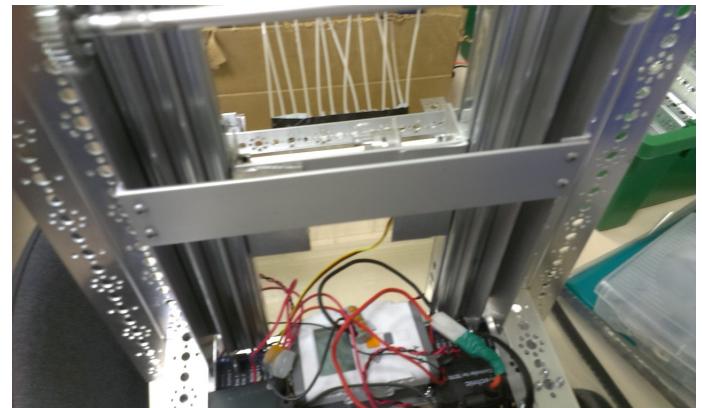


Рис. 21: Ребро жесткости, установленное на робота

- 3.4. Сегодня до нас дошли сведения, что 21 – 23 ноября будут проводиться соревнования FTC в Сочи. На обще-командном собрании было решено, что мы будем принимать в них участие. До среды каждый участник команды должен будет дать ответ, сможет ли он поехать в Сочи.

4. Итоги собрания:

- 4.1. Ошибка сервопривода не устранена.
- 4.2. Все готово для закрепления ребер жесткости на направляющие подъемника.
- 4.3. Одно ребро жесткости установлено.

5. Задачи для последующих собраний:

- 5.1. Закончить закрепление ребер жесткости на подъемник.
- 5.2. Устранить ошибку сервопривода.
- 5.3. Решить до среды, каким составом наша команда поедет в Сочи.

1.5.14 21.10.14

1. Время начала и окончания собрания: 17:00 - 19:00
2. Цели собрания:
 - 2.1. Еще раз обдумать стратегию автономного и финального периодов и в случае необходимости внести поправки.
 - 2.2. Закончить установку ребер жесткости на направляющие подъемник.
 - 2.3. Установить нижние ограничители для мебельных реек.
3. Проделанная работа:
 - 3.1. Ребра жесткости установлены на подъемник.
 - 3.2. Устранена проблема проваливания реек путем укрепления стандартных ограничителей термоклеем.



Рис. 22: Ребра жесткости установлены на робота



Рис. 23: Ограничители хода мебельных реек укреплены термо-клеем

- 3.3. Была еще раз обдумана стратегия автономного и финального периодов. Поправок внесено не было.
- 3.4. В конце собрания произошла поломка одной из мебельных реек (выскочила верхняя часть). Это необходимо исправить.



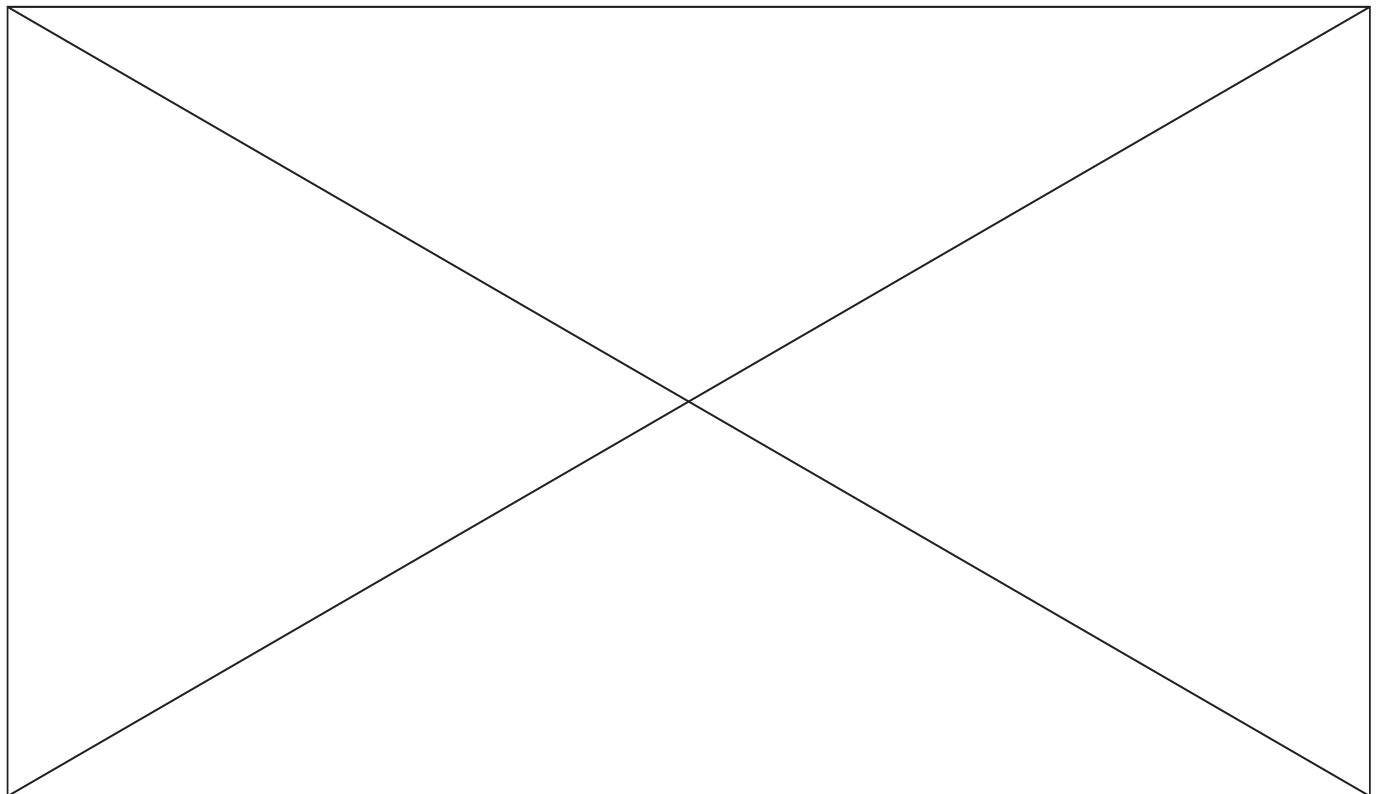
Рис. 24: Поломанная мебельная рейка (справа)

4. Итоги собрания:

- 4.1. Все ребра жесткости установлены.
- 4.2. Установлены нижние ограничители мебельных реек.

5. Задачи для последующих собраний:

- 5.1. Исправить поломку рейки, понять в чем ее причина и как этого избежать в дальнейшем.



1.5.15 22.10.14

1. Время начала и окончания собрания: 18:00 - 21:40
2. Цели собрания:
 - 2.1. Разобраться, в чем причина поломки направляющей.
 - 2.2. Отремонтировать направляющую.
 - 2.3. Понять, каким образом можно не допустить подобной поломки в дальнейшем.
3. Проделанная работа:

- 3.1. После тщательного исследования конструкции подъемника было выяснено, что поломка произошла вследствие создания избыточного напряжения из-за стягивания двух направляющих друг с другом поперечным ребром жесткости. Было решено увеличить расстояние между двумя соответствующими направляющими, заменив прослойку между ребром жесткости и направляющими с шайб на более толстые гайки.
- 3.2. Починить мебельную рейку не удалось, поэтому она была заменена на точно такую же, оставшуюся после отказа от лишней пары реек при создании подъемника.
- 3.3. После того, как ребро жесткости было закреплено на работе так, что прослойки из гаек были поставлены с обоих сторон, было обнаружено, что теперь направляющие слишком сильно распираются поперечной балкой. Тогда было решено оставить гайки только с одной стороны, в то время как с другой вернуть изначальную прослойку из шайб. После этого было достигнуто состояние, в котором направляющие не испытывают негативного поперечного воздействия.

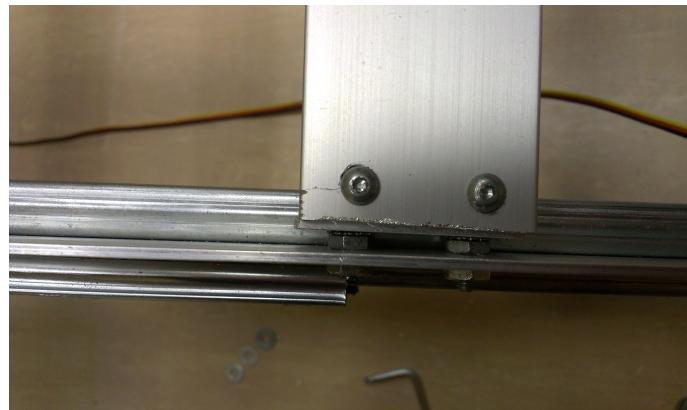


Рис. 25: Прослойка между ребром жесткости и направляющей

- 3.4. Не смотря на то, что проблема была устранена, на всякий случай было решено приобрести запасные направляющие, поскольку сломанные рейки уже не поддаются восстановлению.
- 3.5. Помимо всего прочего, было создано крепление для перекладины, которая будет располагаться на внутренней паре реек.

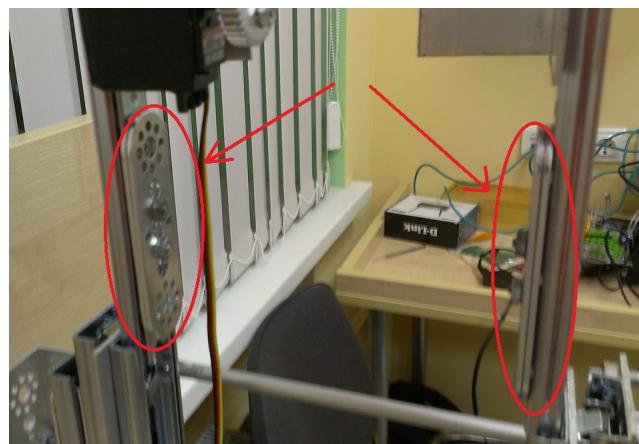


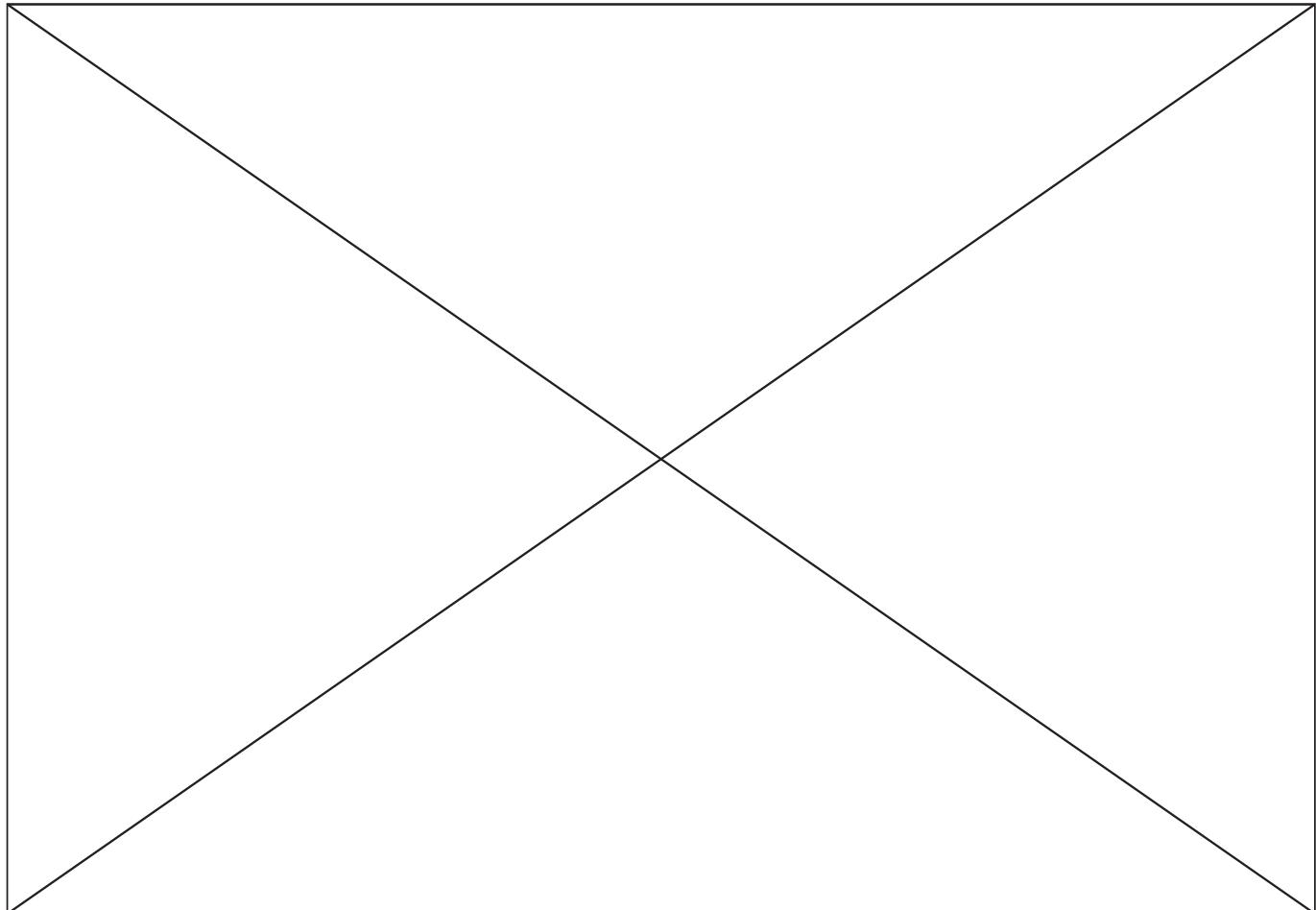
Рис. 26: Крепление для внутренней перекладины

4. Итоги собрания:

- 4.1. Ремонт подъемника выполнен.
- 4.2. Создано крепление для внутренней рейки.

5. Задачи для последующих собраний:

- 5.1. Приобрести запасные мебельные рейки.



1.5.16 24.10.14

1. Время начала и окончания собрания: 16:00 - 20:00
2. Цели собрания:
 - 2.1. Устарнить баг сервопривода.
 - 2.2. Изготовить из приобретенного нами листа алюминия и установить откосы для мячей в виде балок, расположенных в форме воронки в передней части робота.
3. Проделанная работа:
 - 3.1. Проблема с сервоприводом устарнена. Причина его возникновения - вращение сервопривода после остановки с небольшой скоростью, которой не хватало на преодоление силы упругости стяжек. Связано это с неправильным значением мощности сервопривода в коде (значение, в котором сервопривод не вращается - 127 вместо стоявшего у нас 135).
 - 3.2. Лист алюминия распилен на полосы нужной длины и ширины.
 - 3.3. Откосы установлены на робота и протестираны. Результат положительный.
 - 3.4. При тестировании откосов было замечено, что при столкновении с жестким препятствием они изгибаются. Для предотвращения этого были установлены упоры выпиленные из алюминиевой полосы.

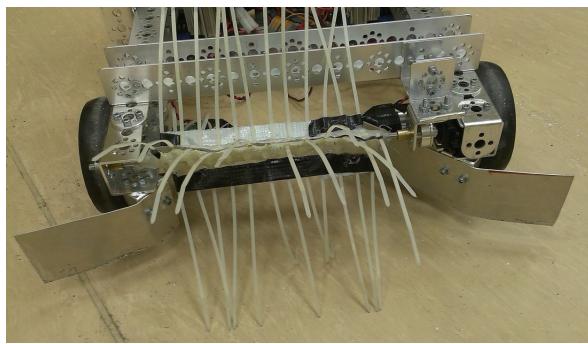


Рис. 27: Захват с откосами



Рис. 28: Откосы укреплены упорами

- 3.5. Подготовлены отверстия для установки оставшейся пары поперечных перекладин на подъемнике.
4. Итоги собрания:
 - 4.1. Проблема с сервоприводом устранена.
 - 4.2. Откосы для мячей установлены на робота.
5. Задачи для последующих собраний:
 - 5.1. Спроектировать и создать механизм захвата передвижных корзин.



1.5.17 25.10.14

1. Время начала и окончания собрания: 16:00 - 20:00
2. Цели собрания:
 - 2.1. Спроектировать и собрать механизм захвата передвижных корзин.
3. Проделанная работа:
 - 3.1. Было рассмотрено 2 варианта исполнения механизма захвата корзин (далее он будет называться МЗК):
 - 3.1.1. Сервопривод, к которому прикреплен один конец балки, и при вращении сервопривода балка поворачивается и опускается.
 - 3.1.2. К заднему краю корпуса робота прикреплена мебельная рейка, соединенная с сервоприводом через леску и опускающаяся при его вращении.

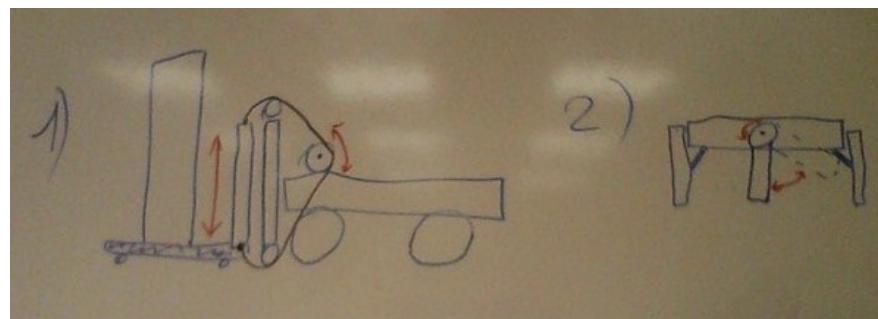


Рис. 29: Идеи для механизма захвата передвижных корзин
1)Рейка 2)Сервопривод

- 3.2. Предпочтение было отдано второму в силу его большей компактности.
- 3.3. Мебельная рейка была распиленена для уменьшения ее длины.



Рис. 30: Укороченная мебельная рейка
(заштрихована отпиленная часть)

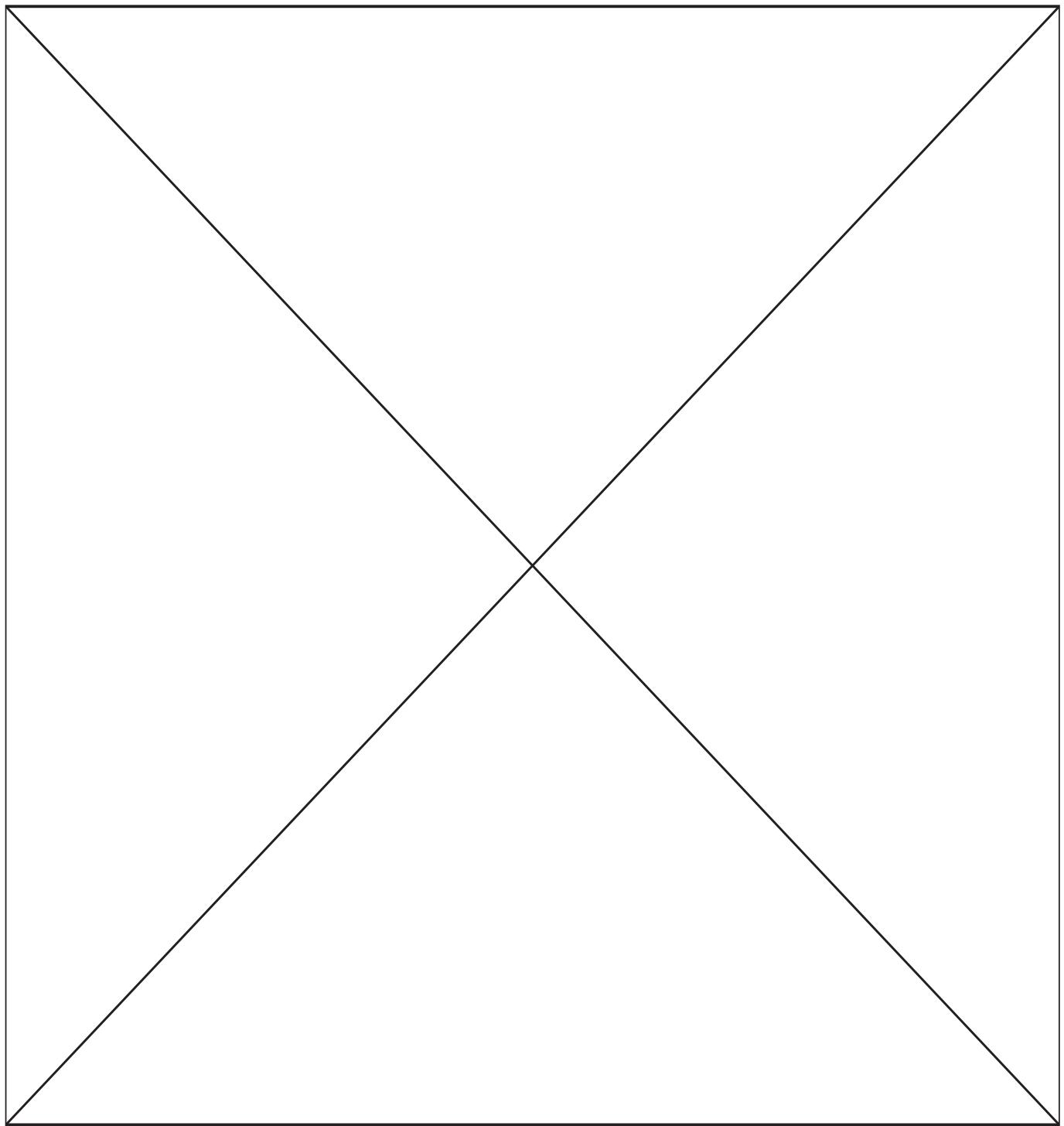
3.4. На рейке размечены места для сверления отверстий под крепеж. Сам отверстия про-
сверлены не были ввиду отсутствия на занятии дрели.

4. Итоги собрания:

4.1. МЗК спроектирован, но не установлен.

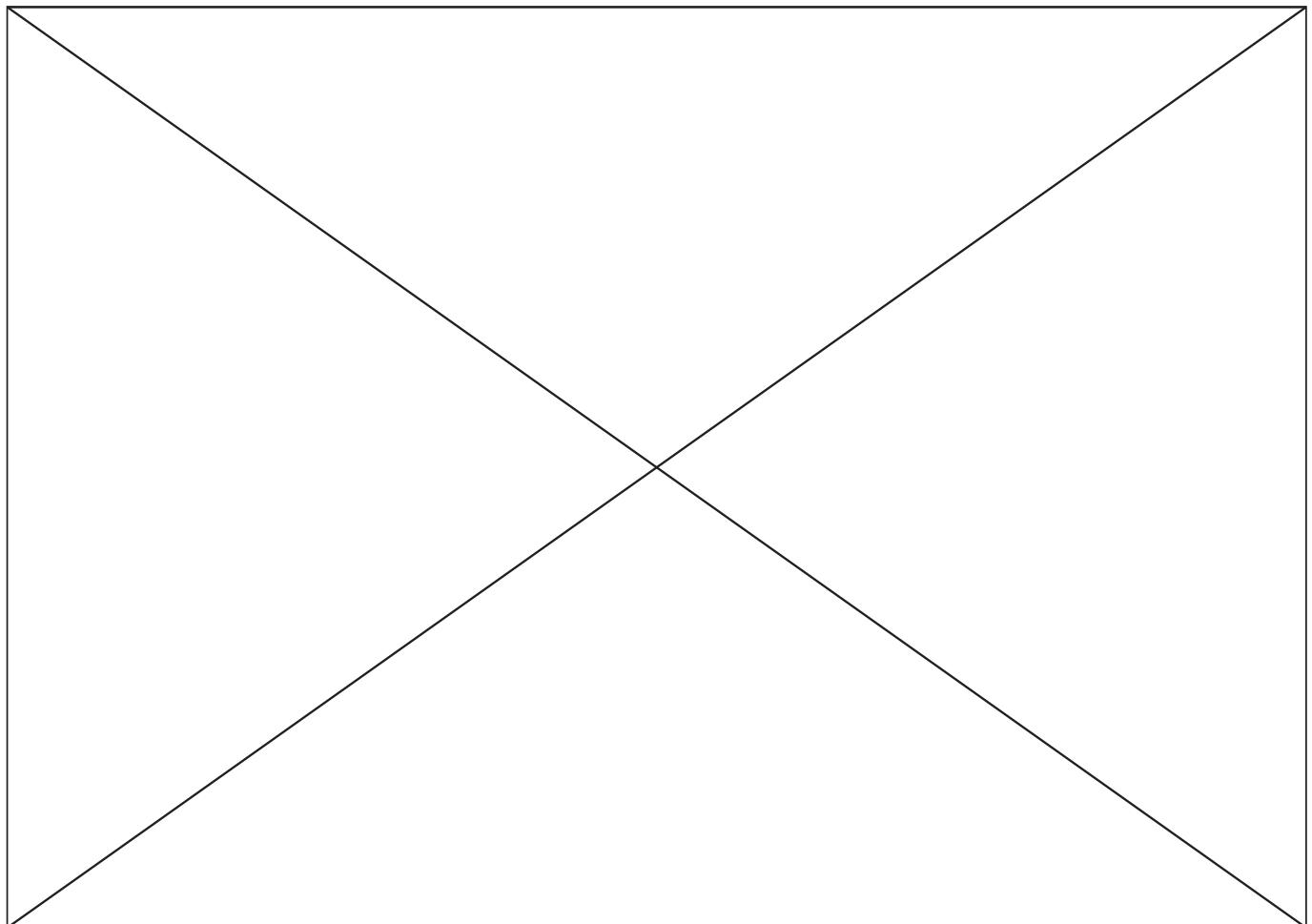
5. Задачи для последующих собраний:

5.1. Закончить создание МЗК.



1.5.18 27.10.14

1. Время начала и окончания собрания: 18:00 - 19:00
2. Цели собрания:
 - 2.1. Закончить работу над МЗК.
 - 2.2. Совместно обсудить техническую книгу, внести поправки.
3. Проделанная работа:
 - 3.1. От МЗК с мебельной рейкой было решено отказаться из-за сложной реализации необходимости занижения клиренса (для опускания рейки с помощью лески необходимо поставить ось, через которую будет идти леска, в нижней части робота).
 - 3.2. Была обсуждена техническая книга и внесены необходимые поправки.
4. Итоги собрания:
 - 4.1. МЗК решено изменить.
 - 4.2. Внесены необходимые поправки в техническую книгу.
5. Задачи для последующих собраний:
 - 5.1. Закончить работу над МЗК.



1.5.19 28.10.14

1. Время начала и окончания собрания: 17:00 - 19:00

2. Цели собрания:

2.1. Закончить работу над МЗК.

3. Проделанная работа:

3.1. Сервопривод, который вращает балку должен быть закреплен как можно ниже для максимальной точности захвата.

3.2. Решено было закрепить сервопривод следующим образом: просверлить в балке в задней части робота отверстие диаметром с вал сервопривода для того, чтобы разместить сервопривод так, чтобы он не выходил за пределы корпуса робота (иначе робот не укладывался бы в регламентированные размеры) и в то же время мог свободно вращаться.

3.3. Отверстие было просверлено.

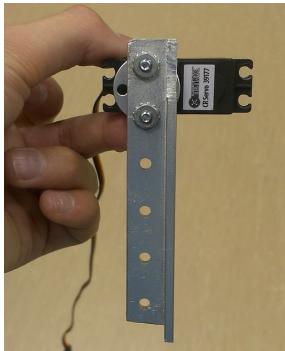


Рис. 31: Сервопривод



Рис. 32: Отверстие для сервопривода

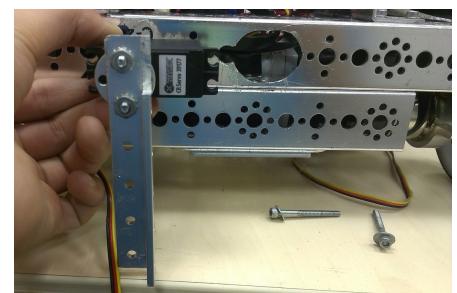


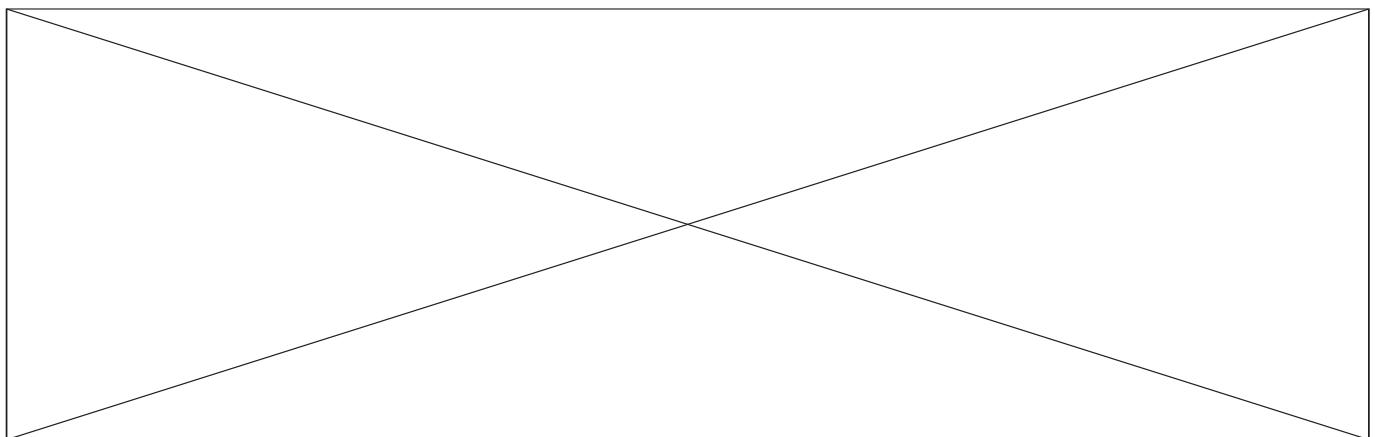
Рис. 33: Планируемое крепление

4. Итоги собрания:

4.1. Придуман и частично реализована схема закрепления сервопривода для МЗК.

5. Задачи для последующих собраний:

5.1. Закончить работу над МЗК.



1.5.20 01.11.14

1. Время начала и окончания собрания: 16:00 – 21:40
 2. Цели собрания:
 - 2.1. Закрепить отвалившееся на предыдущем занятии ребро жесткости.
 - 2.2. Установить 2 оставшиеся перекладины на подъемник.
 - 2.3. Закрепить ремень на подъемнике.
 - 2.4. Испытать подъемник.

3. Проделанная работа:
 - 3.1. Ребро жесткости было решено закрепить не на термоклей, поскольку такое крепление недостаточно прочно, а на болты. В связи с этим его пришлось закрепить выше остальных ребер для того, чтобы шляпки болтов не мешали движению подъемника.
 - 3.2. Две оставшиеся перекладины были закреплены в отверстиях, просверленных ранее, и зафиксированы термоклеем.
 - 3.3. Для испытания подъемника в действии, на нем был закреплен ремень. На данный момент он был закреплен узлом, однако для окончательной версии его будет необходимо зафиксировать иначе: сделать петлю, которая будет держаться за последнюю перекладину и прошить ее с помощью ниток.

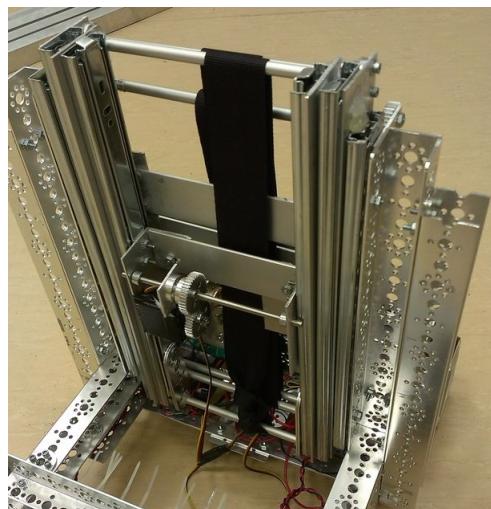


Рис. 34: Подъемник завершен

- 3.4. При испытании подъемника путем вытягивания ремня руками, было выяснено, что раздвигание подъемника требует некоторых усилий, с которыми 2 привода должны справиться. Складывание подъемника проходило сложнее, поскольку внутренняя пара реек не опускалась под действием своего веса. Было решено, что если после установки на эту пару реек ковша она все равно не будет опускаться, мы дополнитель но утяжелим ее. Кроме того, мы надеялись решить проблемы со складыванием подъемника, уменьшив трение ремня об перекладину. К сожалению, нами пока не было найдено подходящей детали для осуществления этого замысла.
 - 3.5. На робота были установлены приводы для раздвигания подъемника (далее механизм раздвигания подъемника будет называться лебедкой).

- 3.6. Из-за того, что подъемник опускался внутрь робота, под ним не осталось места для NXT-блока, и его было необходимо переместить в другое место. Куда переместить NXT-блок, решено пока не было.

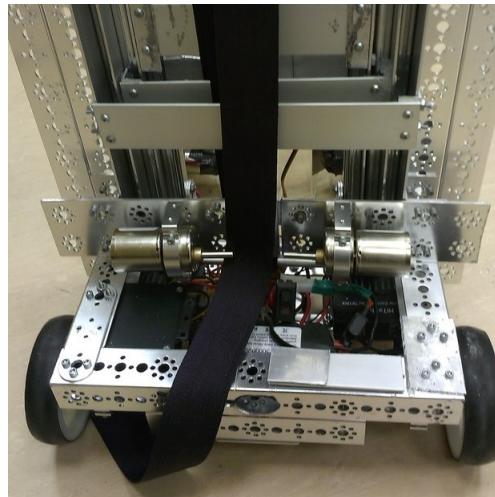


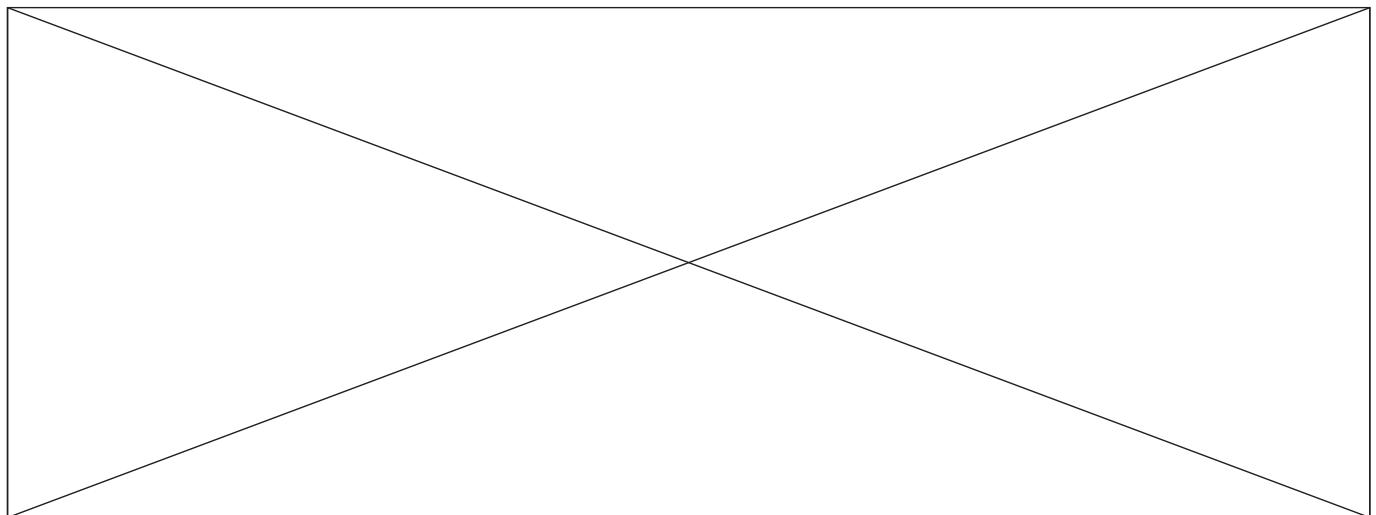
Рис. 35: Приводы для раздвигания подъемника

4. Итоги собрания:

- 4.1. Ребро жесткости установлено.
- 4.2. Механизм подъемника завершен.
- 4.3. Подъемник испытан в тестовом режиме.
- 4.4. Начата установка механизма лебедки.

5. Задачи для последующих собраний:

- 5.1. Завершить работу над механизмом лебедки.
- 5.2. Установить драйвер приводов для лебедки.
- 5.3. Закрепить ремень с помощью ниток.
- 5.4. Переместить NXT-блок на новое место.



1.5.21 03.11.14

1. Время начала и окончания собрания: 14:00 – 21:40

2. Цели собрания:

- 2.1. Завершить работу над механизмом лебедки.
- 2.2. Установить драйвер приводов для лебедки.
- 2.3. Написать программу для управления лебедкой.
- 2.4. Закрепить ремень с помощью ниток.

3. Проделанная работа:

- 3.1. Драйвер приводов был установлен на робота.
- 3.2. Приводы были соединены между собой валом, на который будет наматываться ремень.
- 3.3. Ремень был надежно пришит к последней перекладине с одной стороны и к валу лебедки с другой.

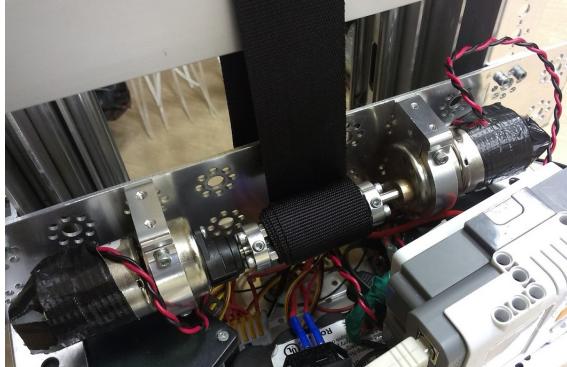


Рис. 36: Лебедка

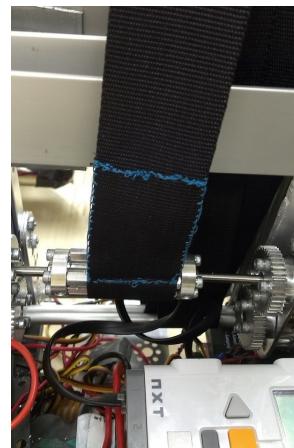
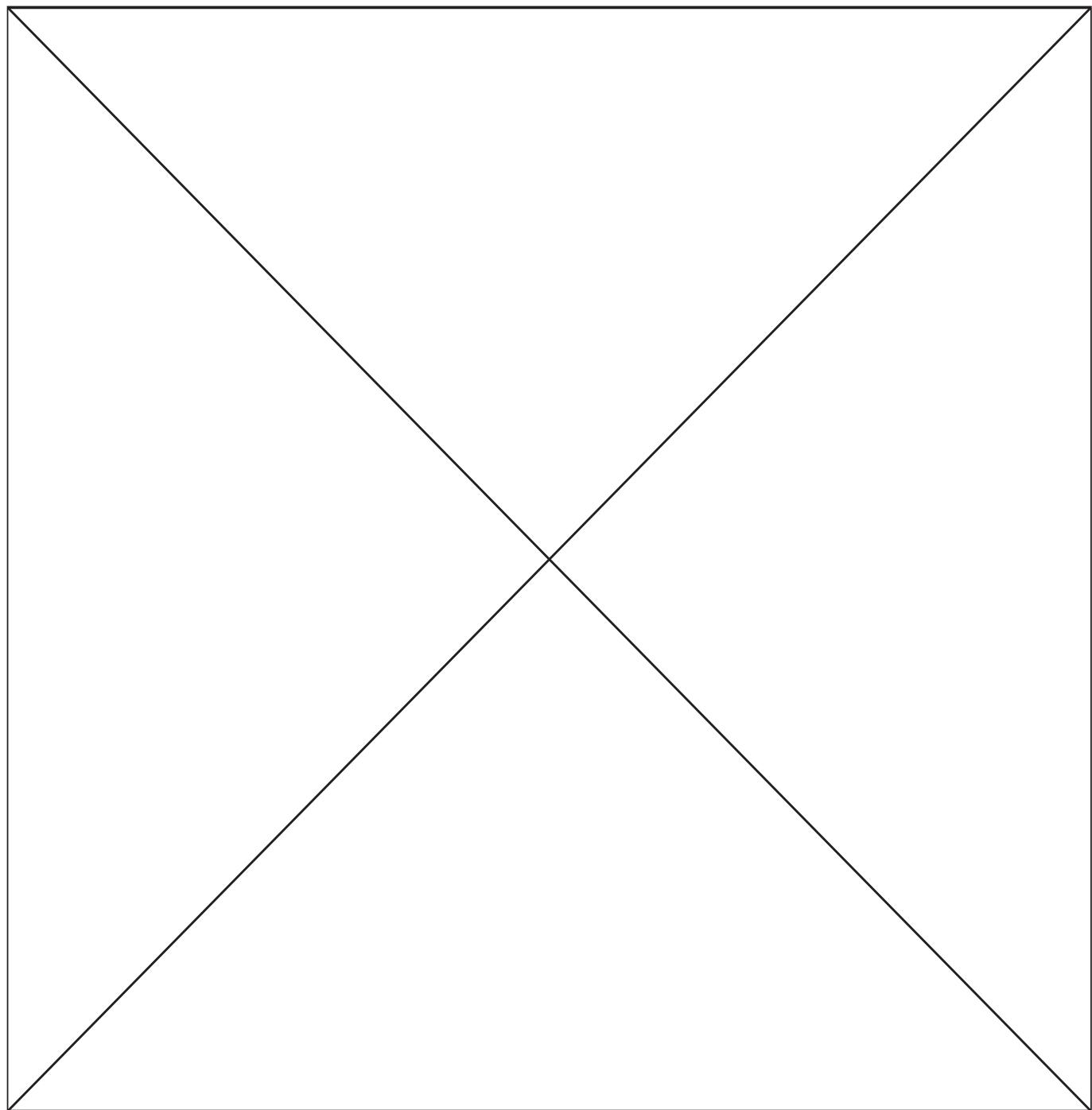


Рис. 37: Ремень закреплен нитками

- 3.4. Для испытания подъемника была написана простейшая программа, позволявшая лебедке вращаться с максимальной скоростью в каждую сторону либо стоять неподвижно. Движение лебедки контролировалось с помощью правого аналогового датчика.
- 3.5. Во время испытания подъемника было обнаружено, что валы приводов расположены не соосно, из-за чего в процессе работы вся конструкция лебедки ужасно шаталась. Несмотря на это, лебедка была в состоянии раздвигать подъемник. Тем не менее, было решено изменить конструкцию лебедки таким образом, чтобы катушка располагалась на отдельной оси, усилие на которую передавалось бы с приводов через шестеренки с передаточным отношением 1:1. Это позволило бы устранить проблемы, связанные с несоосным расположением валов приводов.
- 3.6. Для того, чтобы лебедка не сломала подъемник, продолжая работать после того, как он раздвинется на максимальную высоту, было решено установить ограничения на ее движение. Для этого было решено на следующем занятии установить на один из приводов лебедки энкодер и написать программу, считывающую его показания и устанавливающую нижнюю и верхнюю границы движения лебедки.

4. Итоги собрания:

- 4.1. Драйвер приводов установлен на робота.
 - 4.2. Ремень надежно закреплен на механизме подъемника и лебедки.
 - 4.3. Проведены испытания лебедки. Выяснено, что два привода имеют достаточно мощности для раздвигания подъемника.
5. Задачи для последующих собраний:
- 5.1. Переделать конструкцию лебедки так, чтобы она была более надежной.
 - 5.2. Подсоединить энкодер к одному из приводов лебедки и добавить в программу ограничения движения лебедки.



1.5.22 04.11.14

1. Время начала и окончания собрания: 14:00 – 20:30
2. Цели собрания:
 - 2.1. Переделать конструкцию лебедки.
 - 2.2. Подсоединить энкодер к одному из приводов лебедки.
 - 2.3. Добавить в программу управления лебедкой ограничения ее движения.
3. Проделанная работа:
 - 3.1. Механизм лебедки был изменен в соответствии с идеями, выдвинутыми на предыдущем занятии.
 - 3.2. Энкодер был установлен на левый привод лебедки.

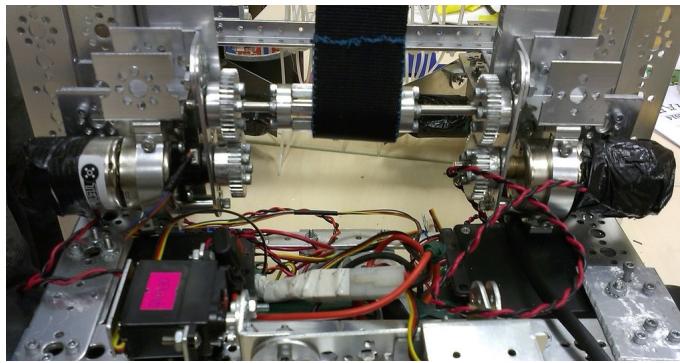


Рис. 38: Окончательная версия механизма лебедки

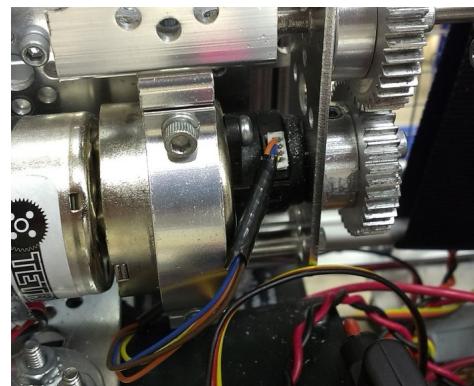


Рис. 39: Энкодер

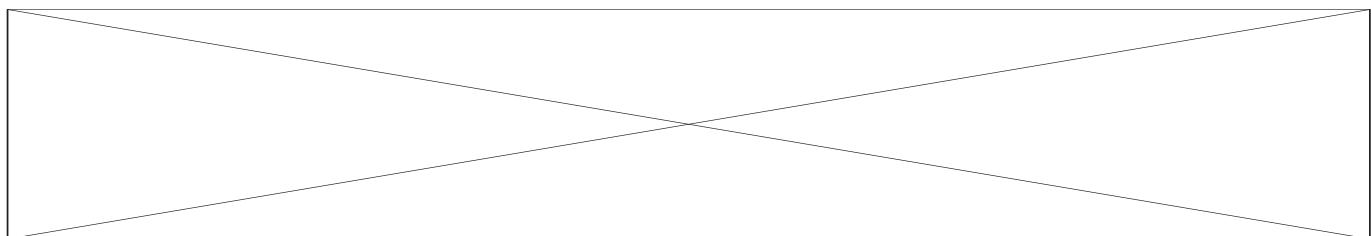
- 3.3. В программу были добавлены ограничения движения лебедки. Таким образом, если показания энкодера превышали допустимое значение, лебедка автоматически останавливалась.
- 3.4. Испытания лебедки прошли успешно. Новая конструкция лебедки была надежна и не имела никаких проблем с раздвиганием подъемника.

4. Итоги собрания:

- 4.1. Работа над механизмом лебедки завершена.
- 4.2. Испытания лебедки прошли успешно.

5. Задачи для последующих собраний:

- 5.1. Продолжить работать над механизмами ковша и захвата корзин.



1.5.23 08.11.14

1. Время начала и окончания собрания: 16:00 - 20:00

2. Цели собрания:

- 2.1. Необходимо разработать новые идеи создания МЗК, поскольку предыдущие варианты его реализации не были удачными.
- 2.2. Начать создание механизма захвата подвижных корзин.

3. Проделанная работа:

3.1. Были предложены следующие идеи конструкции МЗК:

- 3.1.1. Механизм, состоящий из двух вертикальных реек, способных опускаться на горизонтальную часть основания подвижной корзины, а затем раздвигаться в стороны, упираясь в бортики основания и надежно фиксируя корзину. Плюсы: компактность, простота конструкции. Минусом конструкции является то, что с ее помощью нельзя захватить больше одной корзины зараз (захватывать сразу несколько корзин выгодно в автономном периоде и в финале). Кроме того, для захвата корзины данным типом прицепа необходимо точно прицеливаться, что усложняет его использование.
- 3.1.2. Механизм, состоящий из двух балок, способных опускаться с двух сторон от подвижной корзины, а потом, поворачиваясь вокруг вертикальной оси, сдавливать основание корзины с двух сторон. Плюсы: балки возможно дополнительно удлинить для того, чтобы можно было захватить две корзины одновременно, захват подвижной корзины данным механизмом осуществлять проще, поскольку к ней не нужно тщательно прицеливаться. Минусы конструкции: некомпактность, тяжесть (возможно, придется использовать несколько сервоприводов для опускания балок).
- 3.1.3. Механизм, состоящий из двух балок, способных опускаться с двух сторон от подвижной корзины, а потом, поворачиваясь вокруг горизонтальной оси, параллельной центральной оси робота, сдавливать основание корзины с двух сторон. Этот вариант очень похож на предыдущий и имеет те же плюсы и минусы.

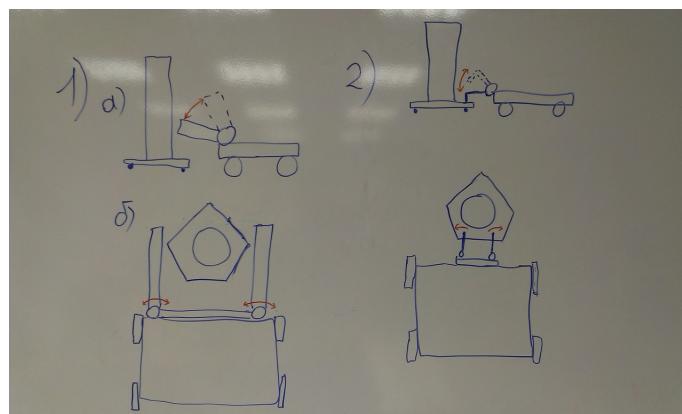


Рис. 40: Идеи фиксирования подвижной корзины: 1) Клещи
2) Вертикальные рейки

3.2. Поскольку механизм прицепа пока не был выбран, его сборка начата не была.

3.3. Поскольку после того, как было решено отказаться от идеи МЗК с использованием сервопривода, поворачивающего балку, в задней детали робота осталось неиспользуемое отверстие, было решено приспособить его под гнездо для кнопки питания.

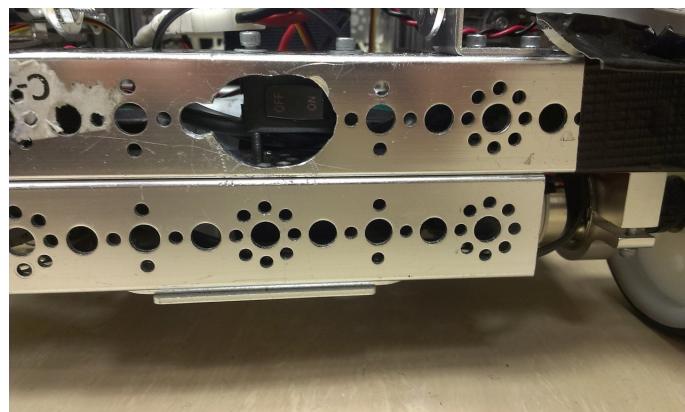


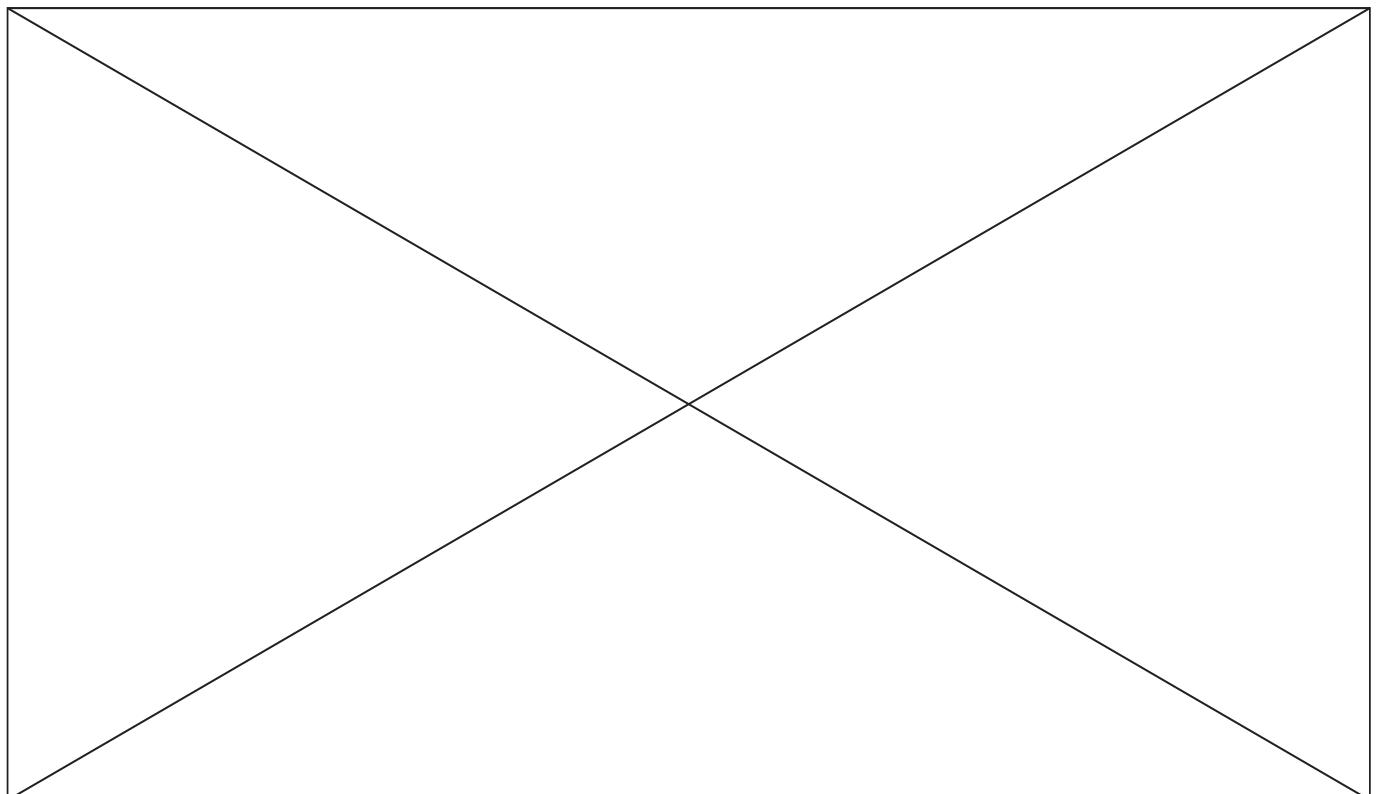
Рис. 41: Кнопка питания

4. Итоги собрания:

- 4.1. Предложено 3 идеи конструкции МЗК.
- 4.2. Механизм прицепа не реализован.

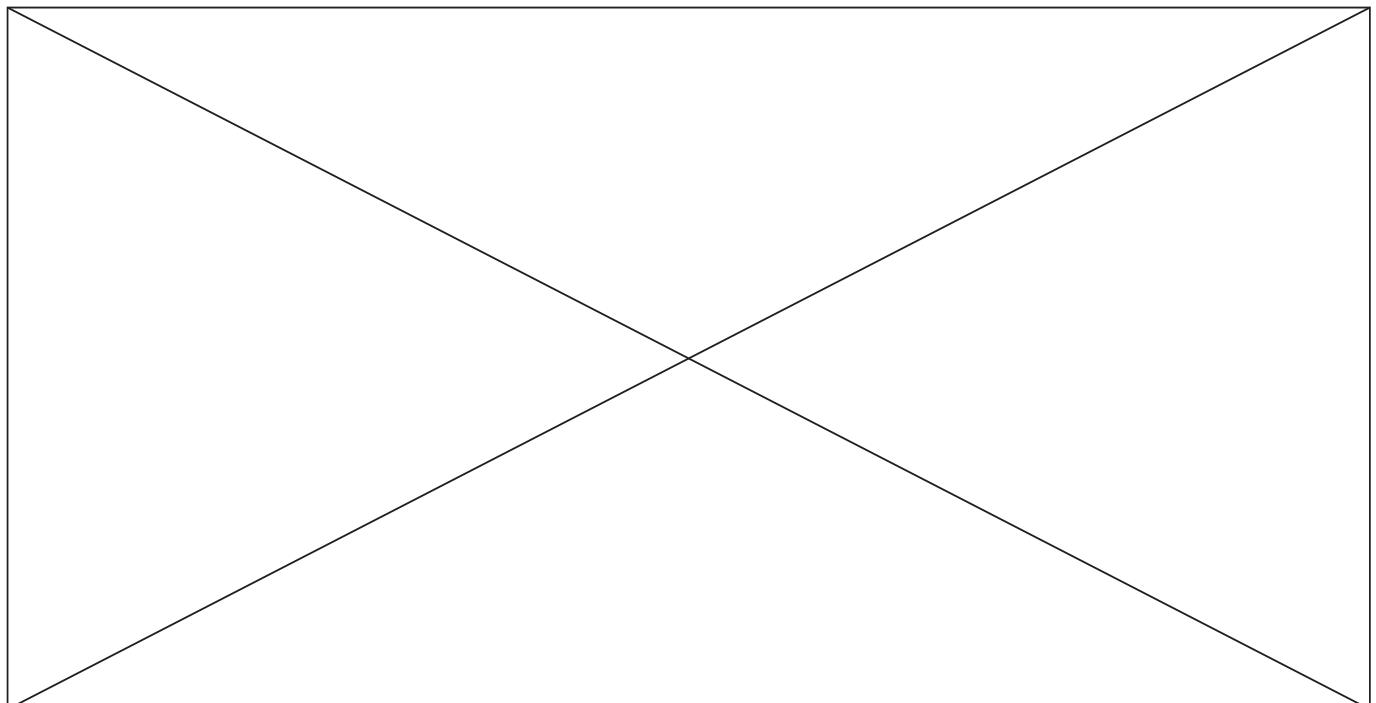
5. Задачи для последующих собраний:

- 5.1. Выбрать оптимальный вариант конструкции МЗК.
- 5.2. Собрать МЗК.



1.5.24 10.11.14

1. Время начала и окончания собрания: 17:30 - 20:30
2. Цели собрания:
 - 2.1. Выбрать оптимальный вариант конструкции МЗК.
 - 2.2. Начать создание МЗК.
3. Проделанная работа:
 - 3.1. Предпочтение было отдано конструкции с вертикальными рейками, как наиболее простой и компактной.
 - 3.2. Было решено, что для приведения механизма в действие будут использоваться два сервопривода: один будет опускать рейки на подставку корзины, а второй - раздвигать обе рейки. Сборка МЗК начата, но не завершена.
 - 3.3. Сегодня была начата работа над декоративной стороной нашего проекта - мы начали вышивать эмблему нашей школы – ФМЛ№30.
4. Итоги собрания:
 - 4.1. Конструкция прицепа выбрана.
 - 4.2. МЗК частично собран.
 - 4.3. Частично создана эмблема нашей команды, которая будет установлена на роботе.
5. Задачи для последующих собраний:
 - 5.1. Завершить сборку конструкции МЗК.
 - 5.2. Написать программу для управления МЗК.
 - 5.3. Закончить эмблему и прикрепить ее к роботу.



1.5.25 11.11.14

1. Время начала и окончания собрания: 17:00 - 20:30
2. Цели собрания:
 - 2.1. Завершить работу над МЗК.
 - 2.2. Добавить в программу управления роботом управление системой захвата подвижных корзин.
 - 2.3. Написать программу раздельного управления роботом с двух джойстиков.
3. Проделанная работа:
 - 3.1. МЗК был завершен.

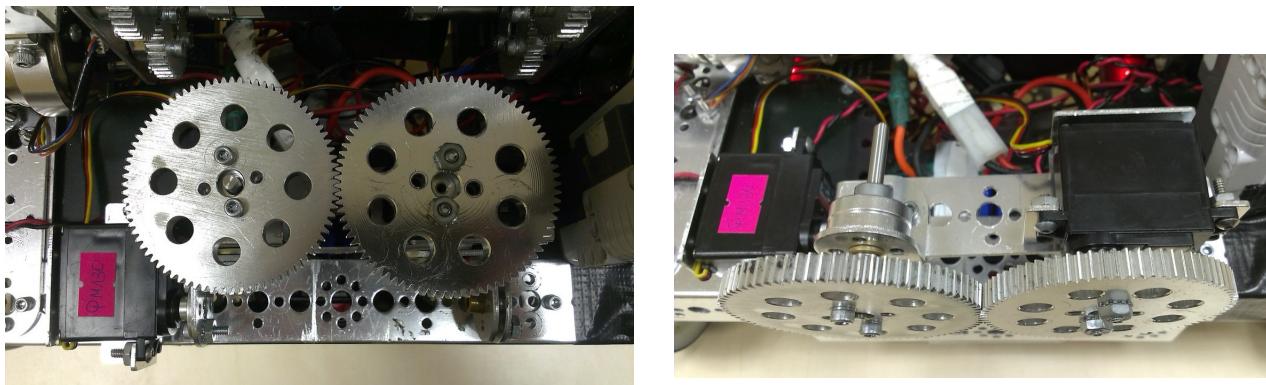


Рис. 42: Готовый механизм захвата корзины

- 3.2. Программа управления МЗК не реализована.
- 3.3. Сегодня было выбрано окончательное место для NXT-блока. Пока он был временно закреплен на скотче, но в будущем мы планируем закрепить его надежнее.

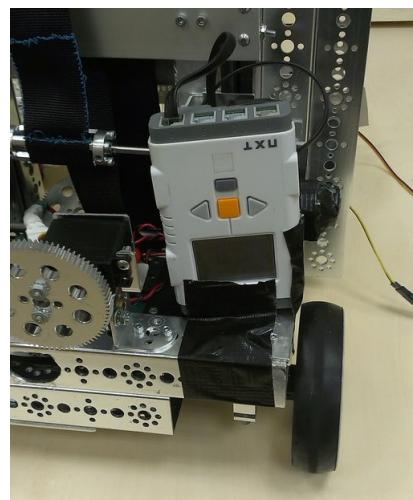


Рис. 43: Место крепления NXT-блока

- 3.4. Мы обратили внимание на то, что провод сервопривода, закрепленного на подъемнике, в то время, когда подъемник сложен, касается пола и может помешать движению ковша. Было решено создать специальную катушку, работающую по принципу рулетки и сматывающую провод тогда, когда он не находится в натяжении, либо просто закрепить провод в нескольких местах подъемника таким образом, чтобы он не создавал помех в работе ковша и подъемника.
- 3.5. В связи с тем, что нам иногда может потребоваться испытать один из узлов или провернуть с помощью программы приводы, которые трудно провернуть руками, например, для ремонта или замены деталей, было решено создать специальную вспомогательную программу, которая позволила бы управлять отдельными приводами и сервоприводами при помощи кнопок, встроенных в NXT-блок, не прибегая к управлению роботом с джойстика. Такая программа была бы очень удобна в таких случаях, как, например, при внезапной потере связи с роботом по Bluetooth или Samantha, когда необходимо привести механизм подъемника в начальное положение.
- 3.6. Программа раздельного управления роботом создана, но не испытана. В новой программе первый оператор отвечает за все, кроме движения, а второй - соответственно за движение робота.
- 3.7. На общекомандном обсуждении была разработана идея механизма, служащего для сбивания упора у центральной стойки в автономном режиме: на робота должен быть установлен сервопривод свободного вращения, на котором будут закреплены две цепочки из балок из конструктора LEGO-NXT, скрепленных между собой последовательно таким образом, что каждые две из них соединены между собой только одним штифтом. В сложенном состоянии такая цепочка не будет занимать много места, но с началом вращения, благодаря центробежной силе, распрямится и будет напоминать плеть. После того, как цепь распрямится, для сбития упора центральной стойки роботу будет достаточно проехать от него на расстоянии действия механизма. Это намного проще и удобнее, чем писать программу для поиска упора по ИК-датчику.

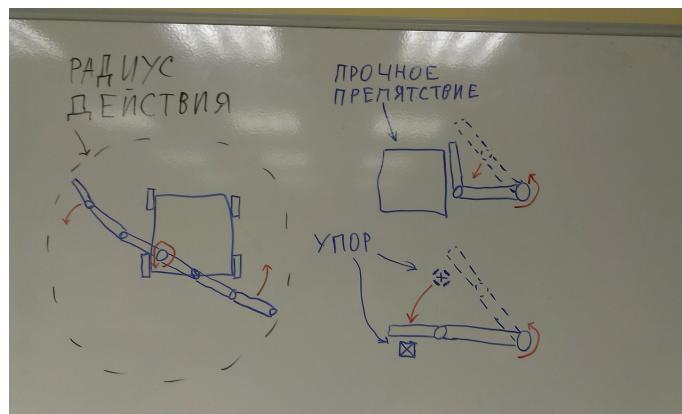
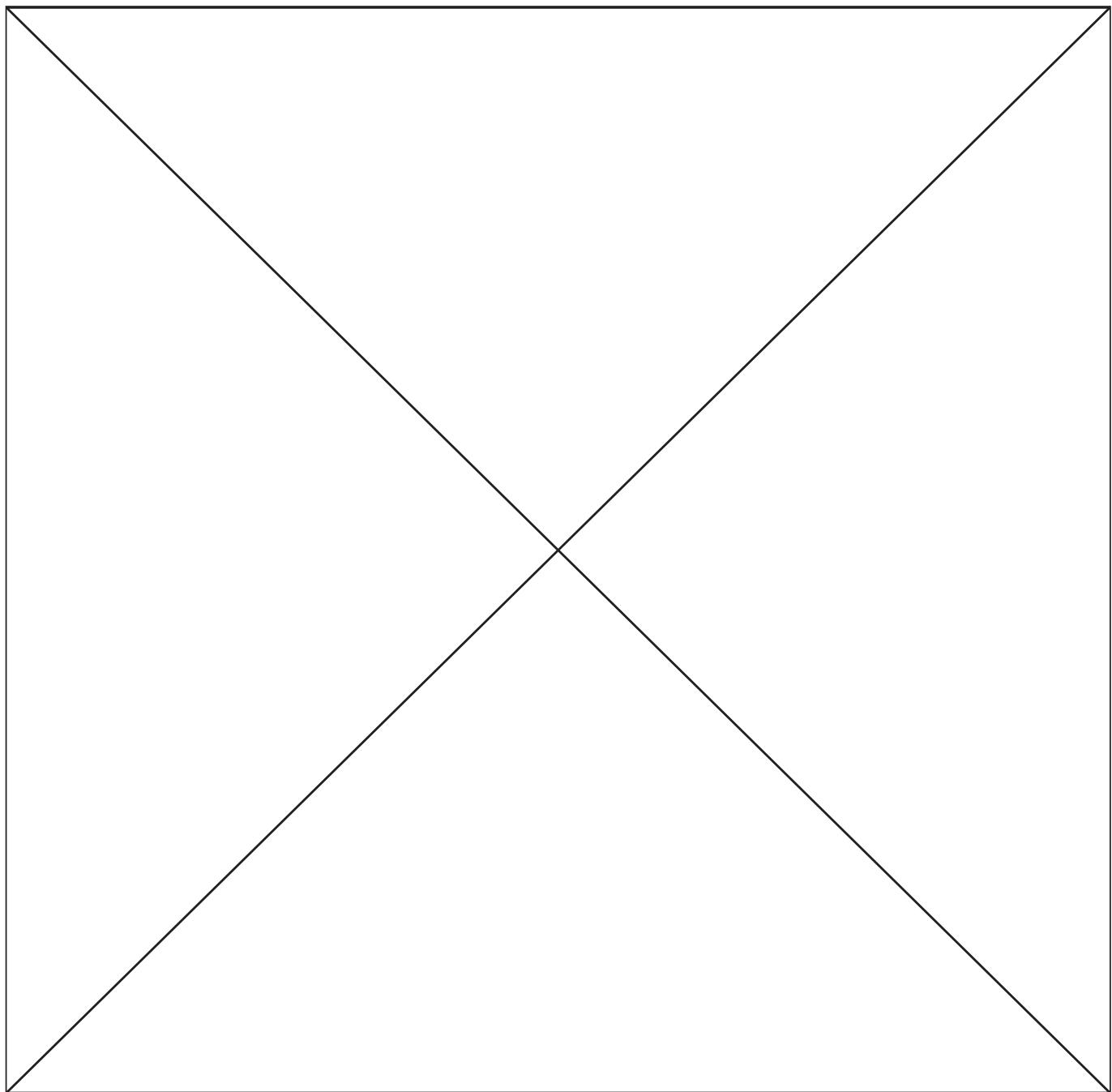


Рис. 44: Идея для механизма сбивания упора

4. Итоги собрания:

- 4.1. МЗК.
- 4.2. Программа управления прицепом не реализована.
- 4.3. Программа раздельного управления роботом создана.
- 4.4. NXT-блок закреплен на роботе.

- 4.5. Была разработана концепция механизма сбивания упора.
5. Задачи для последующих собраний:
 - 5.1. Испытать программу раздельного управления роботом с двух джойстиков.
 - 5.2. Включить в программу управления роботом программу управления МЗК.
 - 5.3. Закрепить провод сервопривода, расположенного на подъемнике так, чтобы он не мешал работе подъемника и ковша.
 - 5.4. Написать вспомогательную программу для управления узлами робота без использования компьютера и джойстика.
 - 5.5. Собрать механизм сбивания упора и испытать его в действии.



1.5.26 12.11.14

1. Время начала и окончания собрания: 19:00 - 20:30
2. Цели собрания:
 - 2.1. Испытать программу раздельного управления роботом с двух джойстиков.
 - 2.2. Включить в программу управления роботом программу управления механизмом захвата корзины.
 - 2.3. Заменить шестеренки в механизме захвата корзины с больших на более компактные.
 - 2.4. Придумать, из каких материалов мы будем конструировать ковш для мячей.
3. Проделанная работа:
 - 3.1. Поскольку из-за больших шестеренок конструкция механизма захвата корзины занимала слишком много места, было решено заменить их на маленькие. Так как маленькие шестеренки у нас закончились, было решено снять с робота те две из них, которые использовались для крепления перекладины на подъемнике. Шестеренки были сняты и заменены на крепления, изготовленные из алюминиевого профиля.

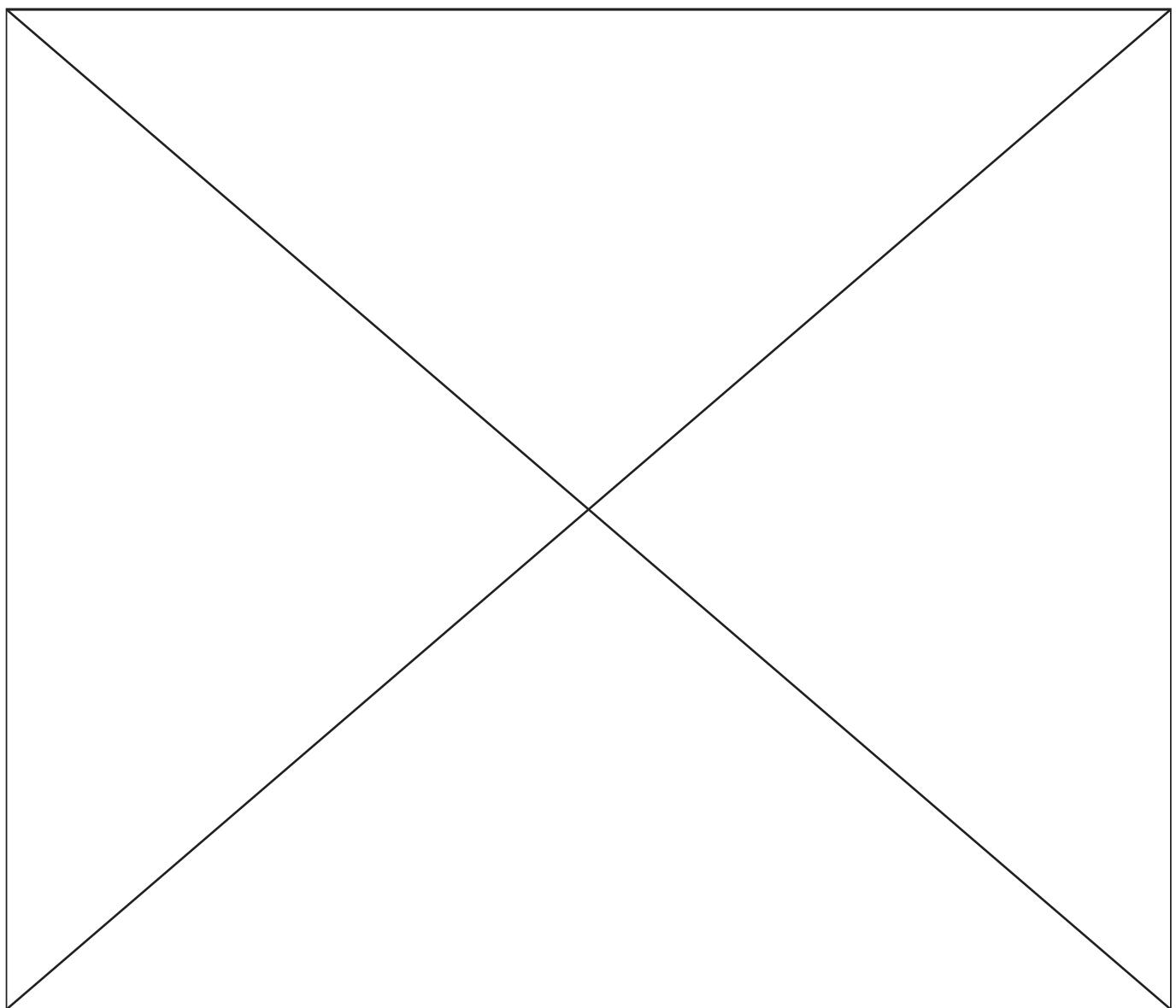


Рис. 45: Крепление перекладины заменено

- 3.2. Шестеренки в механизме захвата корзины заменены на более компактные.
- 3.3. На общекомандном обсуждении было решено использовать для создания ковша для мячей Металлическую сетку с мелкими ячейками, поскольку она обладает достаточной жесткостью, но при этом легко сгибается. При этом, сетка обладает малой массой,

что важно, поскольку она будет подниматься на 120 см. Кроме того, через ячейки сетки можно будет легко видеть, какое количество мячей находится в ковше.

- 3.4. Программа управления механизмом прицепа не реализована.
- 3.5. Программа раздельного управления роботом с двух джойстиков не была испытана.
4. Итоги собрания:
 - 4.1. Механизм прицепа доработан.
 - 4.2. Программа управления прицепом не реализована.
 - 4.3. Программа раздельного управления роботом не испытана.
5. Задачи для последующих собраний:
 - 5.1. Включить в программу управления роботом программу управления механизмом прицепа.
 - 5.2. Испытать программу раздельного управления роботом с двух джойстиков.



1.5.27 14.11.14

1. Время начала и окончания собрания: 16:00 - 20:30
2. Цели собрания:
 - 2.1. Протестировать программу управления роботом с двух джойстиков.
 - 2.2. Начать работу над механизмом ковша.
3. Проделанная работа:
 - 3.1. Программа управления роботом с двух джойстиков протестирована. Результаты нас удовлетворили, поскольку все работало как надо. Раздельное управление позволило разделить ответственность в управлении между двумя операторами, что способствовало увеличению эффективности управления. Для того, чтобы показать высокие результаты на соревнованиях будет необходимо провести как можно больше тренировок и отработать слаженность работы двух операторов.
 - 3.2. К сегодняшнему занятию была приобретена металлическая сетка с размером ячеек 14 x 14мм и толщиной проволоки 0,9мм. Ил нее была вырезана заготовка для создания ковша.



Рис. 46: Заготовка ковша

4. Итоги собрания:
 - 4.1. Программа управления роботом с двух джойстиков испытана. Результаты удовлетворительные.
 - 4.2. Изготовлена заготовка ковша.
5. Задачи для последующих собраний:
 - 5.1. Завершить создание ковша.
 - 5.2. Испытать работу механизма опрокидывания ковша.

1.5.28 15.11.14

1. Время начала и окончания собрания:
2. Цели собрания:
 - 2.1. Закончить работу над механизмом захвата корзин.
 - 2.2. Закрепить сервопривод, опрокидывающий ковш для шариков.
 - 2.3. Внести в программу управление сервоприводами отвечающими за захват корзины.
3. Проделанная работа:
 - 3.1. Для механизма захвата корзины было решено взять алюминиевые балки.
 - 3.2. В балках просверлены отверстия для их закрепления на сервопривод.
 - 3.3. Распилить балки до нужного размера было решено уже на соревнованиях, т.к. в регламенте не указаны размеры основания подвижной корзины, из-за чего невозможно подобрать оптимальную длину балки.
 - 3.4. Сервопривод, опрокидывающий ковш, был зафиксирован с помощью крепления для сервоприводов из набора Tetrix и термоклея.

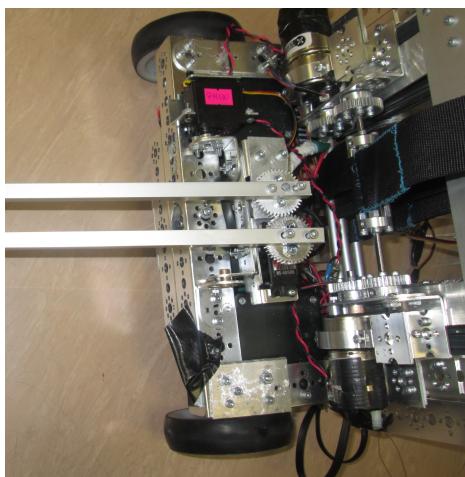


Рис. 47: Балки на механизме захвата корзины

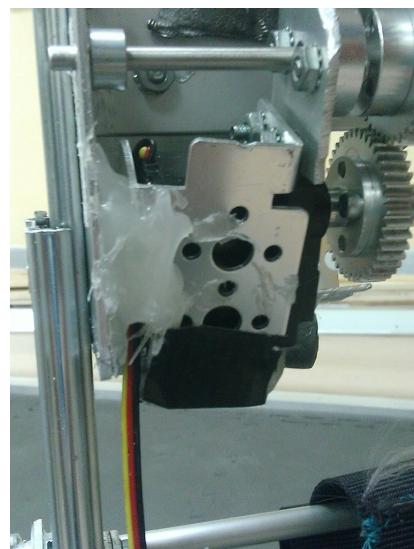


Рис. 48: Сервопривод закреплен

4. Итоги собрания:
 - 4.1. Механизм захвата корзин почти готов.
 - 4.2. Сервопривод, опрокидывающий ковш, зафиксирован.
5. Задачи для последующих собраний:
 - 5.1. Закончить работу над созданием ковша для мячей.



1.5.29 16.11.14

1. Время начала и окончания собрания: 19:00 - 20:30
2. Цели собрания:
 - 2.1. Завершить работу над конструкцией ковша.
 - 2.2. Закрепить ковш на механизме опрокидывания ковша.
3. Проделанная работа:
 - 3.1. Заготовка для ковша была изменена: верхняя ее часть была свернута таким образом, что образовывала трубу, по которой будут скатываться мячи во время опрокидывания ковша назад. Нижняя осталась без изменений.
 - 3.2. Было решено закрепить внутри металлического каркаса трубы пластмассовую бутылку для того, чтобы мячам было легче скатываться по трубе. Сегодня мы не могли этого сделать, поскольку у нас не было пластмассовой бутылки, поэтому было решено реализовать эту идею на следующем занятии.
 - 3.3. Ковш был закреплен на механизме опрокидывания ковша.
 - 3.4. После закрепления ковша на роботе выяснилось, что из-за поперечной балки, расположенной в передней части робота, он не опускается вниз до конца. Тогда балка была заменена на более тонкую, которая не препятствовала движению ковша.

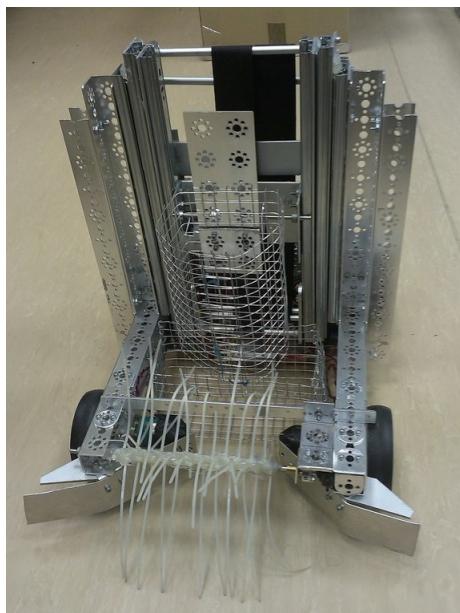


Рис. 49: Ковш в начальном положении

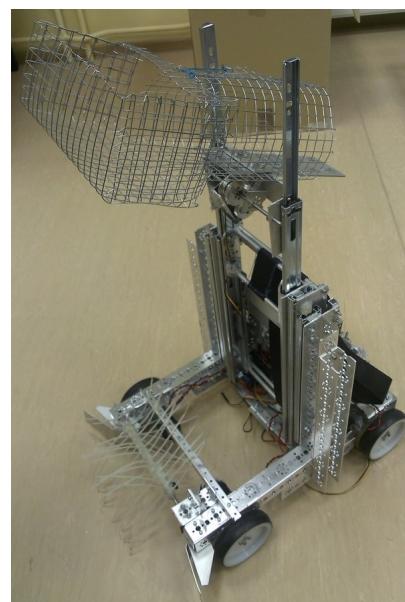


Рис. 50: Ковш в перевернутом положении

4. Итоги собрания:
 - 4.1. Каркас ковша сконструирован и установлен на робота.
5. Задачи для последующих собраний:
 - 5.1. Доработать конструкцию ковша.
 - 5.2. Протестировать работу ковша.

1.5.30 17.11.14

1. Время начала и окончания собрания: 18:00 - 20:40

2. Цели собрания:

2.1. Доработать конструкцию ковша.

2.2. Протестировать работу ковша.

3. Проделанная работа:

3.1. Ковш был доработан:

3.1.1. Внутрь трубы каркаса была помещена пластмассовая бутылка. Сверху труба была удлиннена еще одной бутылкой для того, чтобы точнее закидывать мячи в корзину.

3.1.2. В нижней части ковша были закреплены полоски, помогающие мячам попадать в трубу и не застревать.

3.1.3. Днище ковша было выгнуто наподобие лодочки - понижаясь от краев к центру. Это было сделано для того, чтобы мячи лучше держались внутри ковша и не выпадали наружу в процессе его подъема.

3.1.4. В нижней части ковша осталось только небольшое отверстие по центру для попадания мячей. Это должно было снизить риск случайного выпадения мячей из ковша во время его поднятия.

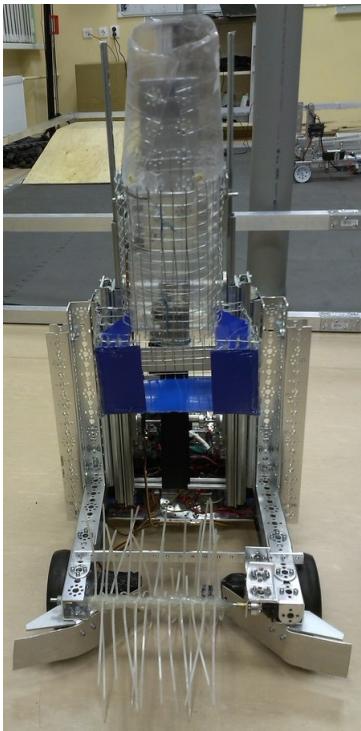


Рис. 51: Ковш в вертикальном положении

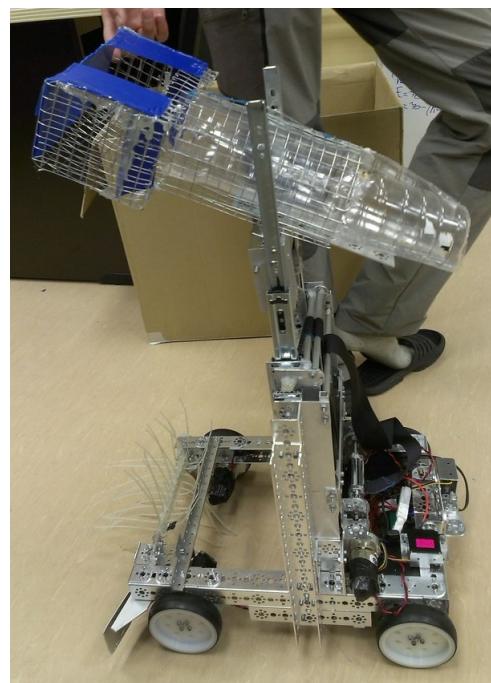


Рис. 52: Ковш в опрокинутом положении

3.2. Ковш был протестирован вручную. В опрокинутом положении мячи скатывались назад без проблем. Всего в ковш зараз помещалось 2 больших мяча и 3 маленьких, что было приемлемо, поскольку на каждый имеющийся на поле большой мяч приходится

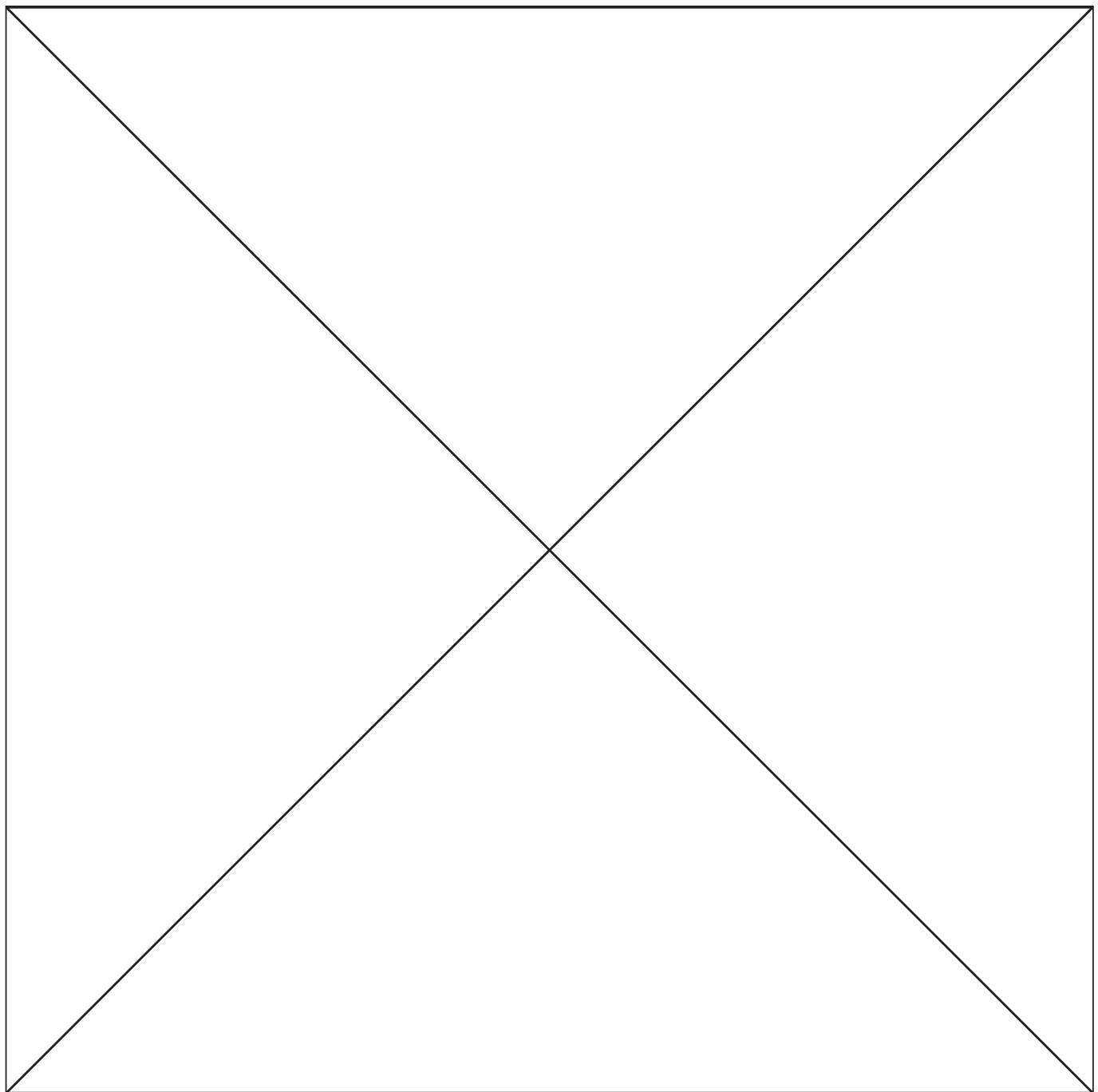
в среднем 3 маленьких. Дно ковша, выгнутое внутрь, было очень эффективно, поскольку это не давало мячам выпадать из ковша при несильной тряске, неизбежной при движении робота. В целом, мы были удовлетворены работой ковша.

4. Итоги собрания:

- 4.1. Конструкция ковша завершена.
- 4.2. Предварительные испытания ковша не выявили никаких проблем.

5. Задачи для последующих собраний:

- 5.1. Испытать ковши в действии с помощью программы.



1.5.31 18.11.14

1. Время начала и окончания собрания: 16:00 - 1:00

2. Цели собрания:

2.1. Потренироваться в управлении роботом.

3. Проделанная работа:

3.1. Первые же испытания показали несостоительность идеи установки внутрь трубы ковша пластмассовых вставок из бутылок, поскольку это значительно сокращало внутренний диаметр трубы и в случае, когда одновременно захватывалось несколько мячей, они мешали друг другу проходить по трубе. Для более стабильного выкатывания шариков из ковша было решено демонтировать обрезки от пластиковых бутылок и оставить каркас из металлической сетки. Это устранило возникшую проблему, однако теперь у трубы не хватало длины для закидывания мячей в корзины.

3.2. В процессе тренировок было обнаружено, что сервопривод, опрокидывающий ковш, не способен повернуть его, когда он заполнен мячами. Для исправления этого на заднюю часть ковша был установлен противовес в виде рыболовного груза массой около 100 г.

3.3. Также было обнаружено, что 2 привода не справляются с раздвиганием подъемника, из-за чего предохранители нагреваются и размыкают цепь, лишая оператора возможности управлять подъемником. Для уменьшения нагрузки на приводы была установлена понижающая передача с соотношением 1:2.

3.4. После установки передточного отношения моторы стали справляться с раздвиганием подъемника, однако в некоторых случаях подъемник заклинивало. Связано это с тем, что в какой-то момент ремень начинает зажимать между верхней поперечной осью самой нижней рейки и нижней осью второй рейки. Во избежание этого нужно поставить ограничители, которые не будут позволять нижней оси второй рейки подниматься слишком высоко.

4. Итоги собрания:

4.1. Пластмассовые вставки убраны с трубы ковша.

4.2. На моторы, раздвигающие подъемник, установлена понижающая передача с соотношением 1:2.

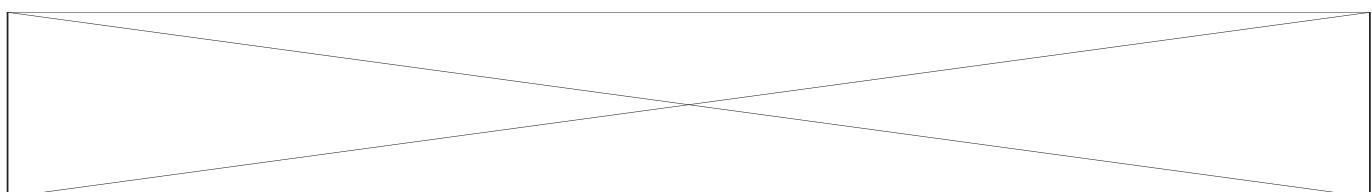
4.3. Для нормальной работы системы опрокидывания ковша на ковш был установлен противовес.

5. Задачи для последующих собраний:

5.1. Установить ограничители движения оси на подъемнике.

5.2. Удлиннить трубу ковша, чтобы можно было закидывать мячи в подвижные корзины.

5.3. Продолжить тренироваться в управлении роботом.



1.5.32 19.11.14

1. Время начала и окончания собрания: 18:00 - 22:00

2. Цели собрания:

- 2.1. Установить ограничители движения оси на подъемнике.
- 2.2. Стационарно закрепить NXT-блок на роботе.
- 2.3. Потренироваться в управлении роботом.

3. Проделанная работа:

- 3.1. На подъемник были установлены ограничители хода оси.
- 3.2. Было замечено, что металлическая сетка, из которой состоит ковш, иногда зацепляется за подъемник, что мешает его движению. Во избежание зацепления, ковш был обклеен скотчем, что позволило сделать его поверхность гладкой.
- 3.3. NXT-блок был стационарно закреплен на роботе. Место крепления блока выгодно отличается от первоначального варианта, поскольку во-первых аккумулятор блока теперь легкодоступен, а во-вторых он расположен выше и его труднее повредить в случае столкновения.

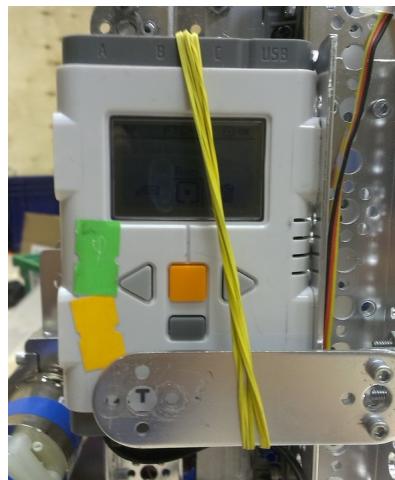


Рис. 53: Закрепленный NXT-блок (на фото более поздняя версия)

3.4. К сожалению, из-за работы над конструкцией робота мы так и не потренировались в управлении им.

4. Итоги собрания:

- 4.1. Тренировки в управлении роботом не были проведены.
- 4.2. NXT-блок закреплен на роботе.
- 4.3. Устранена проблема с зацеплением ковша за подъемник.
- 4.4. Ограничители хода оси установлены на подъемник.

5. Задачи для последующих собраний:

- 5.1. Продолжить тренироваться в управлении роботом.

1.5.33 20.11.14

1. Время начала и окончания собрания: 16:00 - 22:00
2. Цели собрания:
 - 2.1. Потренироваться в управлении роботом.
 - 2.2. Подключить энкодеры к приводам колес для координации робота в автономном периоде.
 - 2.3. Упаковать робота для поездки на соревнования "Робофест-Юг".
 - 2.4. Удлиннить трубу ковша так, чтобы можно было закидывать мячи в подвижные корзины.
3. Проделанная работа:
 - 3.1. В процессе тренировок было обнаружено, что некоторые мячи в процессе захватывания не попадают в ковш, а остаются во внутреннем пространстве робота. Для того, чтобы такого не происходило, откосы были удлинены таким образом, чтобы доходить до самого ковша и направлять мячи точно в него.
 - 3.2. Энкодеры были подключены к приводам двух задних колес. Программа автономного движения с помощью энкодеров не реализована.
 - 3.3. Труба ковша удлиннена. Теперь мячи можно закидывать в подвижные корзины.



Рис. 54: Изменения в ковше

- 3.4. Робот упакован в коробку для транспортировки на место соревнований в Сочи.
4. Итоги собрания:
 - 4.1. Откосы усовершенствованы. Теперь, благодаря этому, все захваченные мячи попадают в ковш.
 - 4.2. К задним колесам робота подключены энкодеры.
 - 4.3. Труба ковша удлиннена.
 - 4.4. Робот упакован и готов к транспортировке.
5. Задачи для последующих собраний:
 - 5.1. Набраться опыта во время выступления на соревнованиях.

1.5.34 21.11.14 (Соревнования)

1-ый день соревнований "Робофест-Юг"

Сегодняшний день был посвящен тренировочным матчам.

Внесенные доработки:

1. Было обнаружено, что робот теряет управления в случае попадания под колесо маленького (3 см) мяча. Для предотвращения таких ситуаций была установлена защита колес от мячей.



Рис. 55: Защита от попадания мячей под колеса

2. Нами было обнаружено, что основание подвижной корзины не заходит под днище робота, что не позволяет подвести ее как можно ближе к роботу. Для того, чтобы это исправить, было решено максимально увеличить клиренс задней части робота, повернув приводы в своих креплениях таким образом, чтобы вал привода располагался снизу. Это позволило увеличить расстояние между днищем и полом до 3,5 см, достаточных для прохождения основания подвижной корзины.
3. Рейки, устанавливаемые на МЗК, были подрезаны до нужной длины и закреплены, однако из-за неисправности сервопривода, отвечающего за распирание реек, механизм захвата корзин был переделан. Неисправный сервопривод был демонтирован с захвата, а рейки были жестко закреплены.



Рис. 56: Изменения в МЗК

4. Был установлен Samanta-модуль и проведена одна тренировка на соревновательном поле.

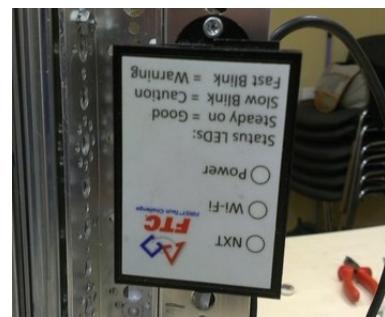
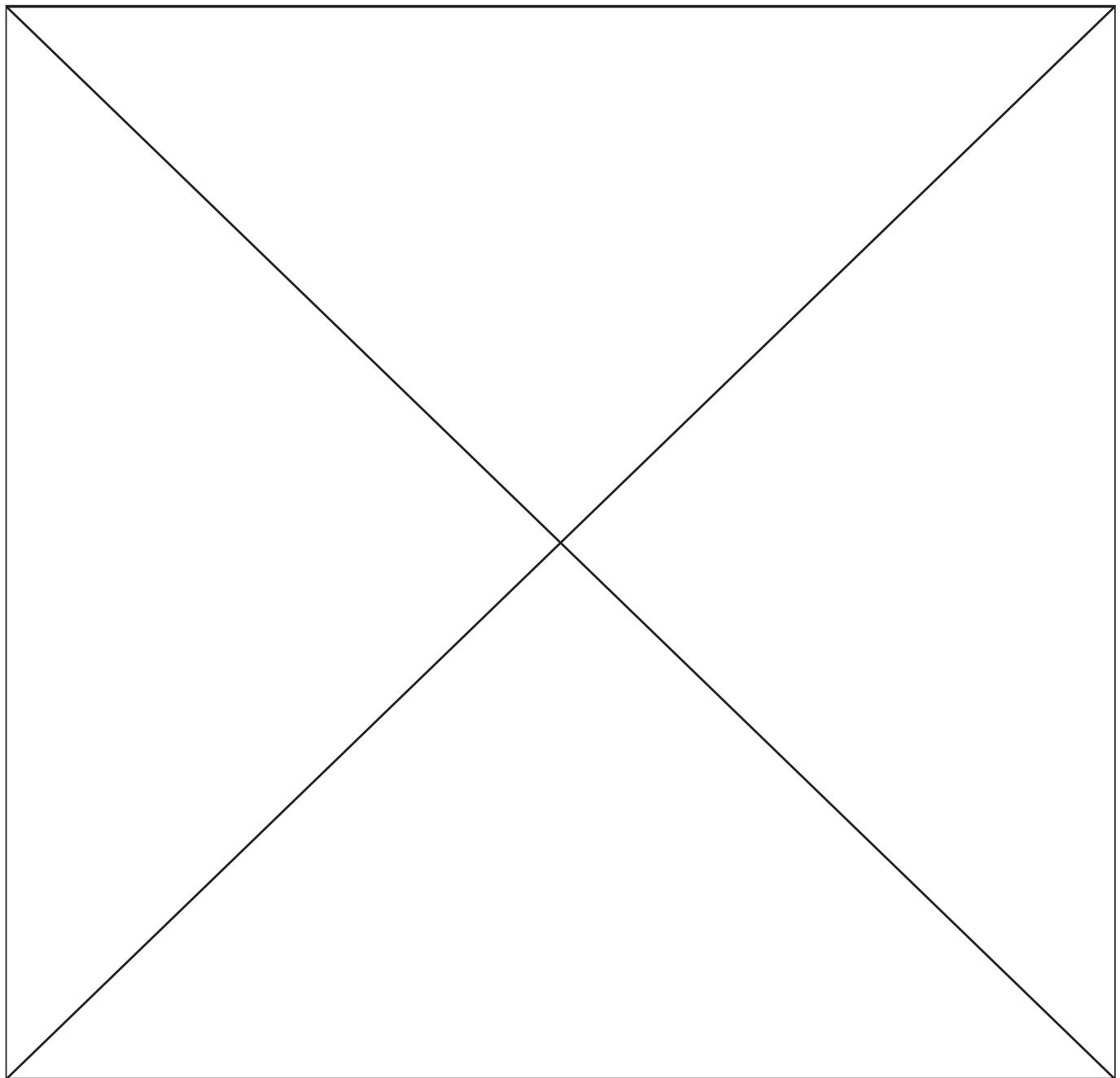


Рис. 57: Крепление Samanta



1.5.35 22.11.14 (Соревнования)

2-ой день соревнований "Робофест-Юг"

Сегодня проходили квалификационные матчи и защита инженерных книг.

Результаты матчей: 2 победы из 4.

Результаты защиты инженерной книги пока неизвестны.

Основные проблемы, выявленные в ходе матчей:

1. Из-за недостаточного уделения времени тренировкам, в ходе матчей мы неточно забрасывали мячи в подвижные корзины.
2. Поскольку провод сервопривода, отвечающего за опрокидывание ковша, был плохо закреплен на подъемнике, он часто зацеплялся за движущиеся части мебельных реек и рвался, из-за чего связь с сервоприводом терялась и закидывать мячи в корзины становилось невозможно.

Внесенные доработки:

1. Была написана программа для автономного периода, включавшая в себя съезд робота с пандуса и забрасывание автономных мячей в 60-ти сантиметровую корзину.
2. Также была реализована программа автономного периода из зоны парковки. Она позволяла сбивать упор в случае, если он находился в одном положении из трех возможных.
3. Из-за чрезмерных нагрузок, которые испытывали перекладины подъемника, одна из них погнулась и мы были вынуждены укрепить ее трубкой большего диаметра. Это улучшило ситуацию, однако было решено, что по возвращении с соревнований мы заменим те из перекладин, которые испытывают наибольшие нагрузки, с алюминиевых на стальные.
4. На механизм захвата корзин были установлены откосы из стяжек для центровки захватываемой нами корзины. В дальнейшем планируется заменить стяжки пластиковыми полосами, т.к. они часто ломаются.

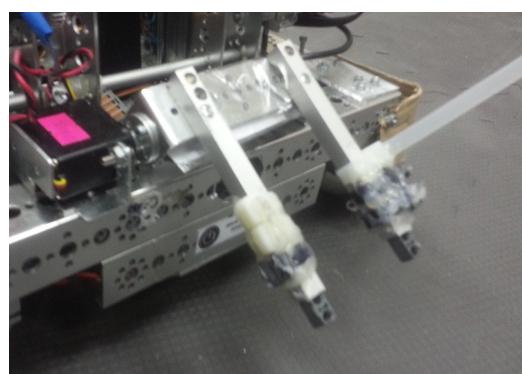


Рис. 58: Откосы для центровки корзины (на фотографии 6 из 5 стяжек сломаны).

5. Защита от попадания мячей под колеса была улучшена. На данный момент защита картонная, но после возвращения с соревнований мы сделаем ее металлической.

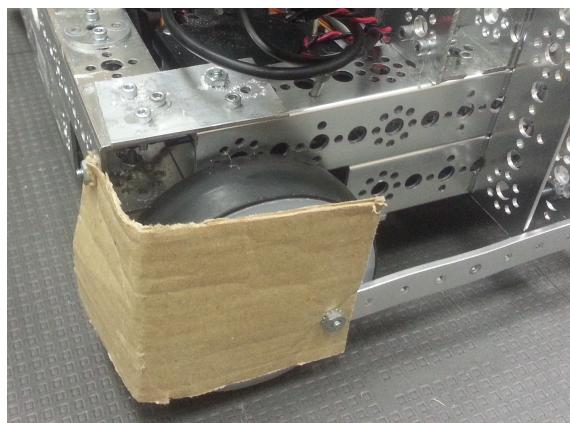


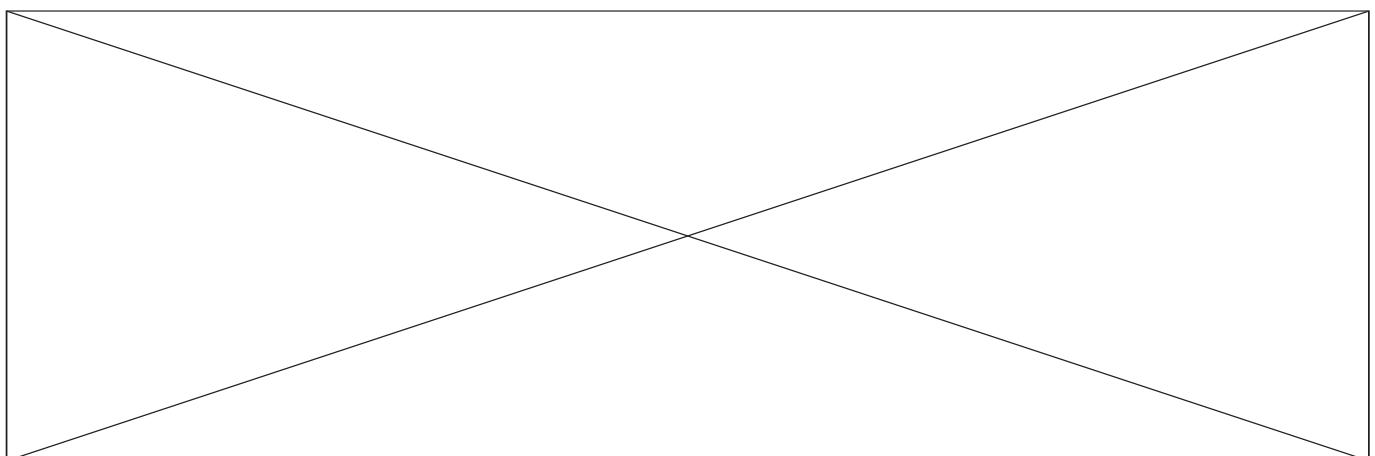
Рис. 59: Защита задних колес

6. В связи с тем, что NXT-блок во время одного из заездов отвалился от робота, мы закрепили его как можно надежнее.



Рис. 60: Улучшенная фиксация NXT-блока

7. Было замечено, что во время раздвигания подъемника верхняя пара мебельных реек раздвигалась в последнюю очередь, что не давало возможности опрокидывать ковш до тех пор, пока подъемник не будет полностью раздвинут. Эта проблема отнимала много времени на совершение лишних движений, поэтому было решено по возвращении с соревнований каким-то образом устраниить эту проблему.



1.5.36 23.11.14 (Соревнования)

3-ий день соревнований "Робофест-Юг"

Сегодня проходили финальные матчи.

Результаты соревнований:

1. По результатам квалификационных матчей в первую четверку мы не попали.
2. В финальные игры мы не вышли, поскольку мало общались с другими командами, и в результате не были выбраны никем из первой четверки.
3. Мы заняли 1 место в номинации "Защита инженерной книги".

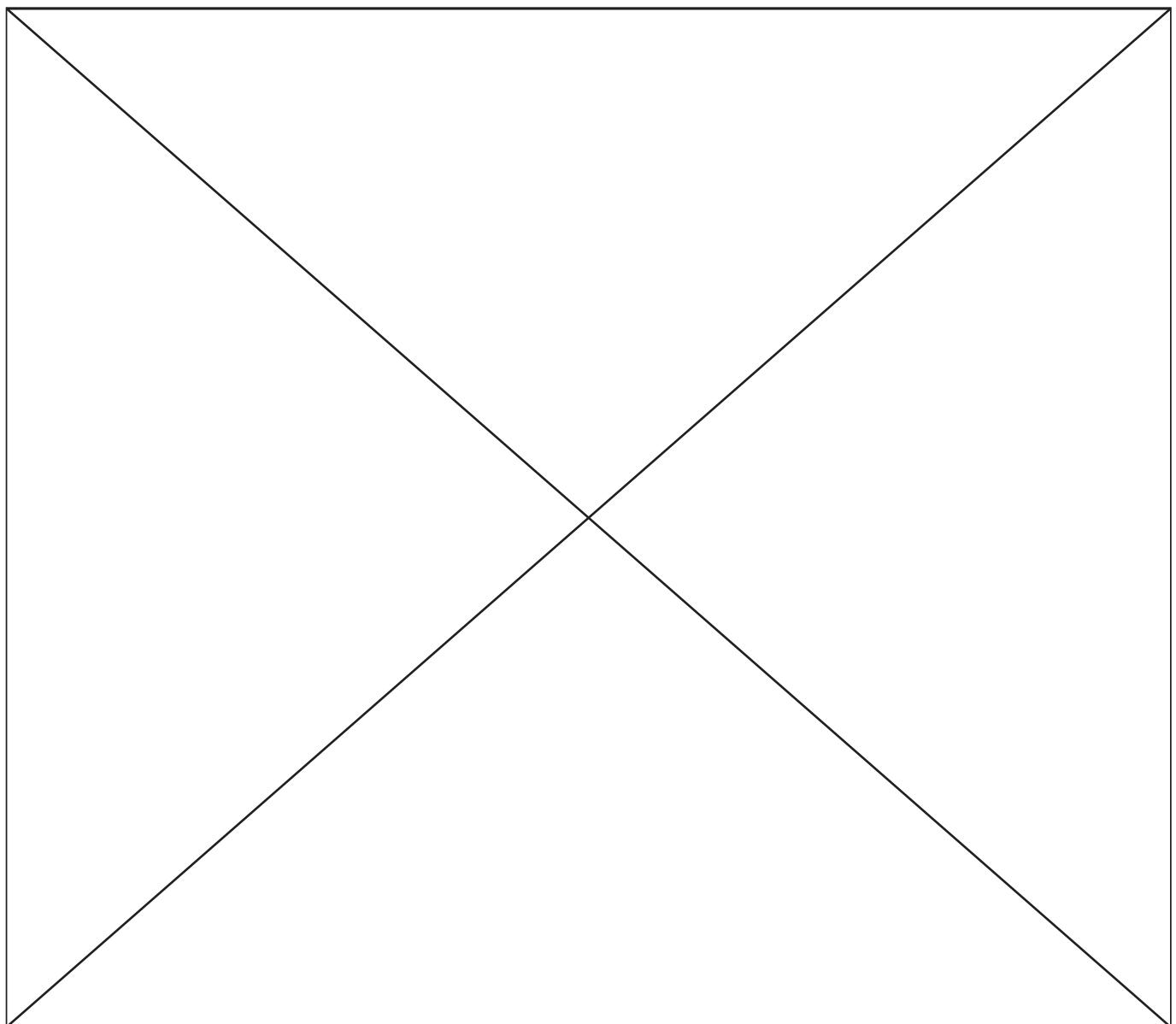
Внесенные доработки:

1. Была начата программа для автономного периода, включающая в себя перемещение по движной корзине в зону парковки. Конечная стратегия автономного периода выглядит так: робот съезжает с пандуса, подъезжает к корзине, захватывает ее, зкидывает в нее автономные мячи, поворачивается в сторону зоны парковки и едет в зону парковки вместе с корзиной. Однако, при испытании было обнаружено, что робот может повернуться на угол больший некоего порогового, но не может повернуться на меньший. После возвращения домой нам предстоит разобраться с этой проблемой.

Подведение итогов:

1. Успешность выступления на соревнованиях:
 - 1.1. По результатам игры мы не прошли в финал и не заняли призовых мест.
 - 1.2. Мы заняли первое место в категории "Защита инженерной книги".
2. Полезные технические решения, которые мы подчерпнули у других команд:
 - 2.1. Другие рейки.
 - 2.2. 6 колес.
 - 2.3. Винтовая передача.
 - 2.4. Свободный энкодер.
 - 2.5. Ускоритель мячей.
 - 2.6. Точность забрасывания за счет падения мячей вертикально.
3. Наши ошибки и недостатки конструкции:
 - 3.1. Мы уделяли недостаточно времени тренировкам. Нужно больше тренироваться.
 - 3.2. Мы не смогли эффективно реализовать себя в общении с другими командами во время договоров о вступлении в альянс. Нам необходимо больше общаться с другими командами.
4. Задачи для последующих собраний:
 - 4.1. Усовершенствовать программы автономного периода при старте и с пандуса, и из зоны парковки.

- 4.2. Переместить ось, вокруг которой поворачивается ковш при опрокидывании, на верхнюю часть последней мебельной рейки для того, чтобы ковш было возможно опрокидывать при любом положении подъемника, а не только при полностью раздвинутом подъемнике.
- 4.3. Поставить на ковш механизм, который будет направлять шары, падающие в корзину, вертикально. Это повысит качество забрасывания мячей в подвижные корзины т.к. мячи будут лететь ровнее и не будут отскакивать от корзины, ударяясь о ее края.
- 4.4. Установить на механизм лебедки 4 привода вместо двух для увеличения скорости раздвигания подъемника.
- 4.5. Доработать захват шаров: заменить стяжки на более надежно захватывающее и менее хрупкое (во время соревнований около трети стяжек сломались) устройство. Например, на полукруглые обрезки от пластиковых бутылок.
- 4.6. Отработать навыки эффективного управления роботом у операторов.
- 4.7. Распутать провода питания приводов и модулей и провести провода аккуратно.



1.5.37 25.11.14

1. Время начала и окончания собрания: 17:00 - 21:00
2. Цели собрания:
 - 2.1. Распутать провода и провести их наиболее аккуратным способом.
 - 2.2. Увеличить количество приводов, отвечающих за приведение в движение лебедки с двух до четырех.
 - 2.3. Убрать передаточное отношение с механизма лебедки.
3. Проделанная работа:
 - 3.1. Проводка была переделана таким образом, чтобы провода не путались, не занимали внутри робота много места и не мешали замене аккумулятора.

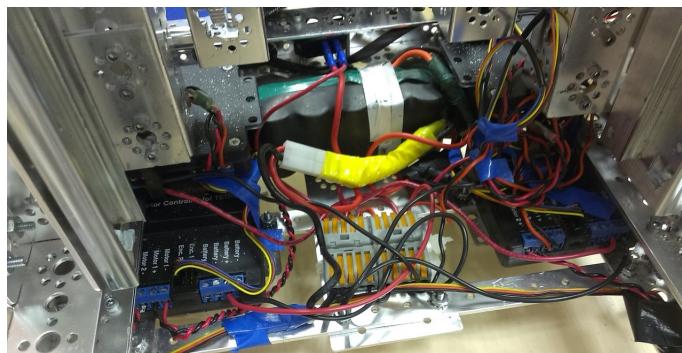


Рис. 61: Внутреннее пространство робота после оптимизации проводки

- 3.2. Была начата переделка механизма лебедки под четыре привода.
- 3.3. Поскольку мы добавили в конструкцию два дополнительных привода, нам понадобилось установить еще один драйвер приводов для управления ими. Он был установлен вместо драйвера сервоприводов внутрь корпуса робота, а драйвер сервоприводов было перемещен в более доступное место, поскольку так будет удобнее подключать к нему новые сервоприводы, если у нас появится в этом необходимость.
- 3.4. Все четыре драйвера были подключены к 1-му входу NXT-блока, а драйвер сервоприводов - ко 2-му. В соответствии с этим, инициализация приводов и сервоприводов во всех программах была изменена.

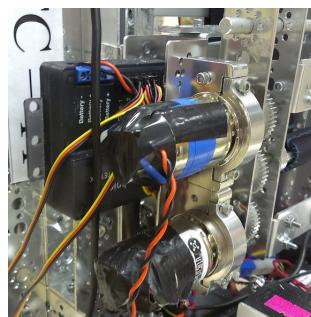


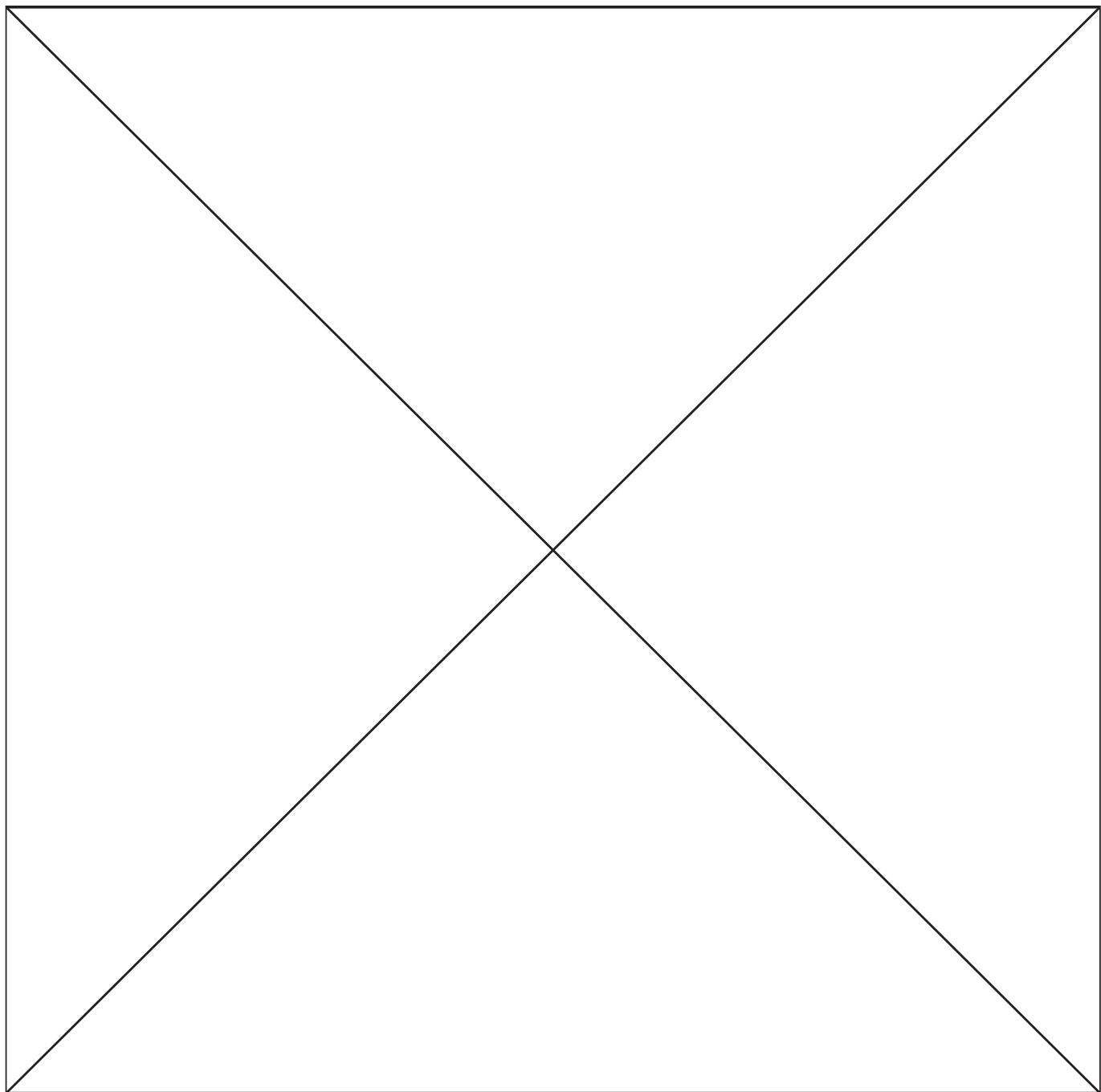
Рис. 62: Драйвер сервоприводов

4. Итоги собрания:

- 4.1. Проводка оптимизирована.
- 4.2. Драйвер приводов установлен.
- 4.3. Драйвер сервоприводов перемещен в более доступное место.
- 4.4. Переделка механизма лебедки начата.

5. Задачи для последующих собраний:

- 5.1. Завершить изменение механизма лебедки.
- 5.2. Разработать концепцию нового механизма захвата мячей.



1.5.38 29.11.14

1. Время начала и окончания собрания: 16:00 - 20:10

2. Цели собрания:

- 2.1. Завершить изменение механизма лебедки.
- 2.2. Убрать передаточное отношение 1:2 с механизма лебедки.
- 2.3. Испытать механизм раздвигания подъемника в действии.
- 2.4. Разработать концепцию нового механизма захвата мячей.

3. Проделанная работа:

- 3.1. Механизм лебедки был завершен. Теперь он приводится в движение четырьмя приводами с передаточным отношением 1:1.

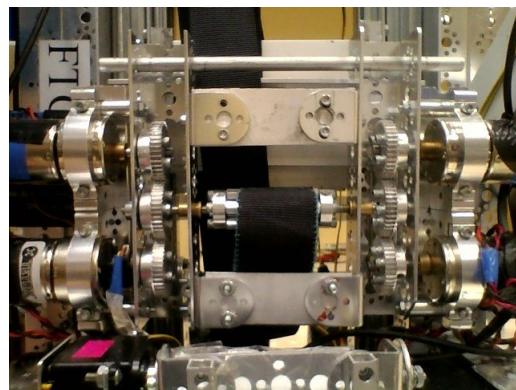


Рис. 63: Измененный механизм лебедки

3.2. Лебедка была испытана в действии. Скорость раздвигания подъемника увеличилась почти вдвое. В процессе раздвигания приводы подъемника не испытывали чрезмерных нагрузок. Мы остались удовлетворены работой механизма лебедки.

3.3. Поскольку стяжки обладали недостаточной жесткостью и не всегда захватывали мячи, а также часто ломались, было решено использовать вместо них лопатки, вырезанные из цилиндрической части пластиковой бутылки. Было рассчитано, что наиболее оптимальное количество лопастей на оси захвата - 3. Кроме того, было решено усовершенствовать ковш, примыкающий к захвату, таким образом, чтобы с передней части он имел пандус высотой 7 см (размер большого шарика), на который лопатки захвата будут затачиваться мячи. Это позволит закидывать в ковш мячи в два яруса, что даст возможность захватить сразу пять больших мячей. Также эти мячи не будут вываливаться из ковша, поскольку им будет мешать пандус. Был создан схематичный чертеж захвата и ковша с пандусом.

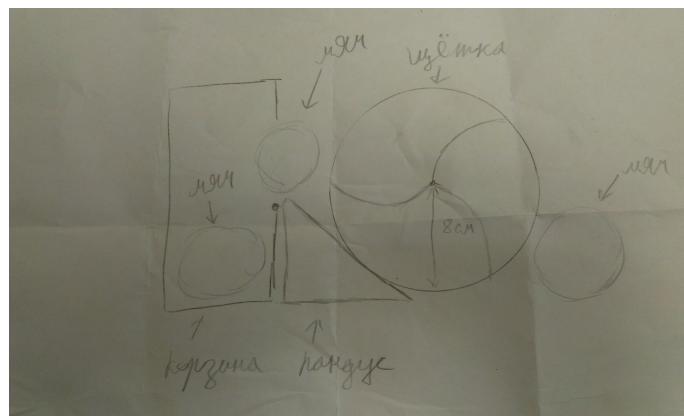


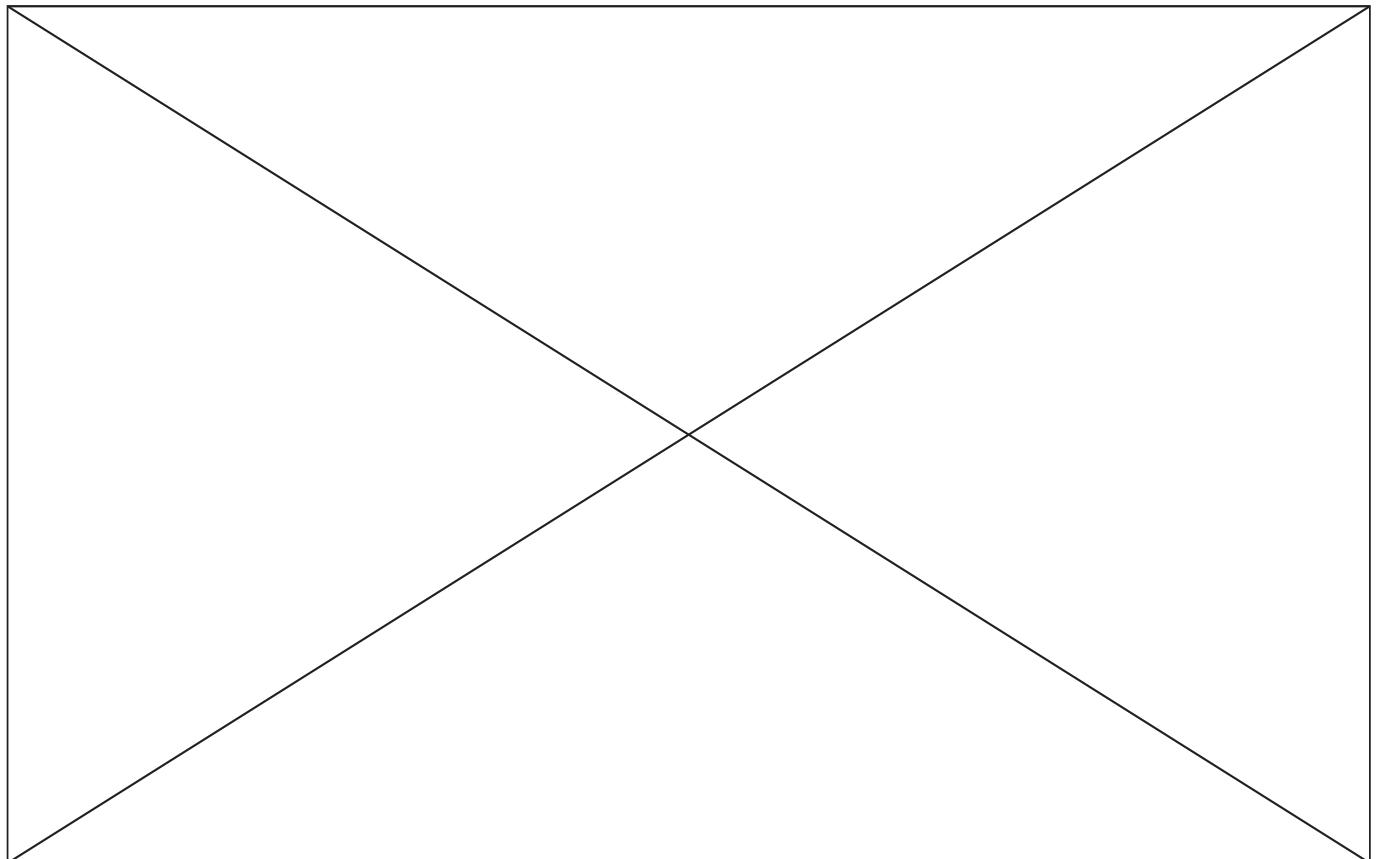
Рис. 64: Схема взаимодействия захвата и ковша

4. Итоги собрания:

- 4.1. Механизм лебедки завершен. Теперь он приводится в движение не двумя, а четырьмя приводами.
- 4.2. Лебедка испытана в действии. Скорость раздвигания подъемника увеличена почти вдвое.
- 4.3. Конструкция нового механизма захвата мячей разработана.

5. Задачи для последующих собраний:

- 5.1. Изменить механизм захвата мячей на более эффективный.



1.5.39 30.11.14

1. Время начала и окончания собрания: 14:00 - 20:00

2. Цели собрания:

2.1. Создать новый механизм захвата мячей.

2.2. Испытать новый захват в действии.

3. Проделанная работа:

3.1. На ось захвата мячей были установлены новые лопатки из пластиковых бутылок взамен стяжек.

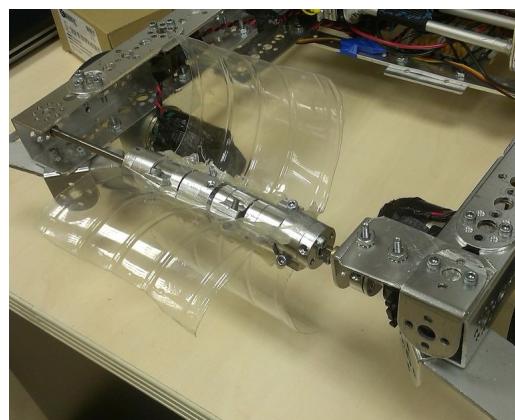


Рис. 65: Захват мячей изменен

3.2. Испытания.

3.3. В связи с тем, что лопатки нового захвата более жесткие, поперечное ребро жесткости, установленное в передней части робота, которое ранее не мешало движению стяжек, сегодня было демонтировано. Вместо него было решено установить П-образное ребро жесткости, горизонтальная перекладина которого была бы расположена выше области действия захвата и не мешала бы его работе. Эта конструкция сегодня реализована. не была.

3.4. Из-за того, что ось захвата мячей была расположена слишком низко, захвату требовалось много времени и усилий чтобы протолкнуть большой мяч. Чтобы улучшить работу захвата, было решено увеличить клиренс передней части робота (теперь клиренс всех колес робота был максимальным). После увеличения клиренса захват больше не испытывал проблем с большим мячом.

4. Итоги собрания:

4.1. Захват мячей изменен.

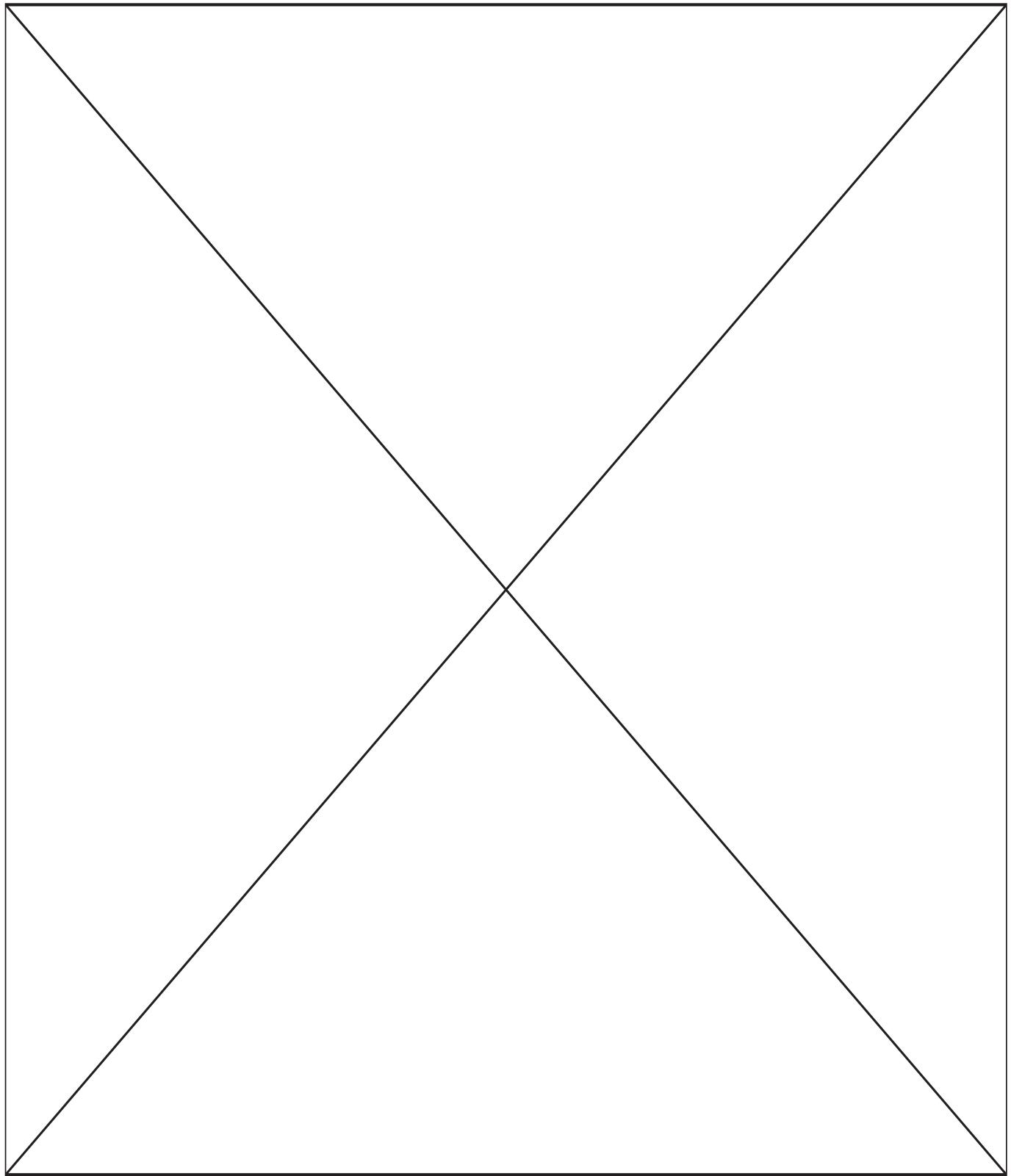
4.2. Клиренс передних колес робота увеличен.

4.3. Проведены испытания захвата. Результат положительный.

4.4. Поперечное ребро жесткости в передней части робота демонтировано.

5. Задачи для последующих собраний:

- 5.1. Переместить механизм опрокидывания ковша на самый верх последней мебельной рейки.
- 5.2. Установить П-образное ребро жесткости.
- 5.3. Начать разработку концепции ковша.



1.5.40 01.12.14

1. Время начала и окончания собрания: 15:30 - 19:00

2. Цели собрания:

- 2.1. Переместить механизм опрокидывания ковша на самый верх последней мебельной рейки.
- 2.2. Установить П-образное ребро жесткости.
- 2.3. Начать разработку концепции ковша.

3. Проделанная работа:

- 3.1. Механизм опрокидывания ковша был перемещен на верх последней мебельной рейки.

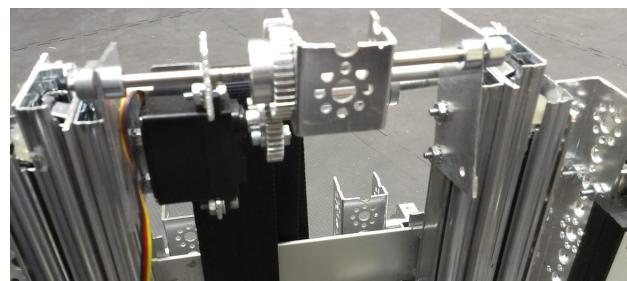


Рис. 66: Механизм опрокидывания ковша

- 3.2. П-образное ребро жесткости не было установлено.

- 3.3. Было решено Создать ковш таким образом: снизу идет поддон высотой 7 см, к передней стенке которого прикреплен пандус (трамплин, по которому захват будет проталкивать мячи в ковш). Затем идет часть, открытая спереди, чтобы мячи могли попадать внутрь ковша. Еще выше ковш начинает равномерно сужаться и на самом верху имеет выходное отверстие размерами чуть больше размеров большого мяча (7 см). Равномерное сужение не позволит мячам застревать внутри ковша. За ковшом идет наклонный желоб, неподвижно закрепленный на верхней паре мебельных реек так, что мячи, выпадающие из опрокинутого ковша, попадают прямо в него. Желоб заканчивается откидной деталью с отверстием в дне, расположенным так, чтобы мячи падали из него строго вертикально вниз - это повысит точность захватывания (так, чтобы в сложенном состоянии она входила в габариты, а в разложенном - ее отверстие располагалось прямо над подвижной корзиной, захваченной роботом).

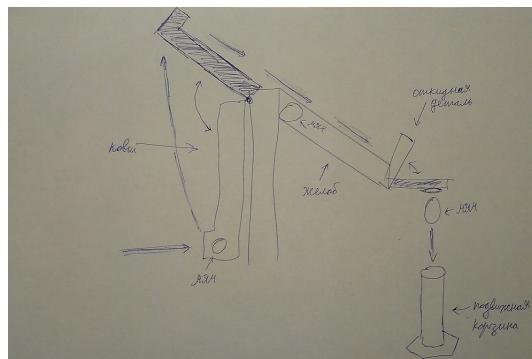


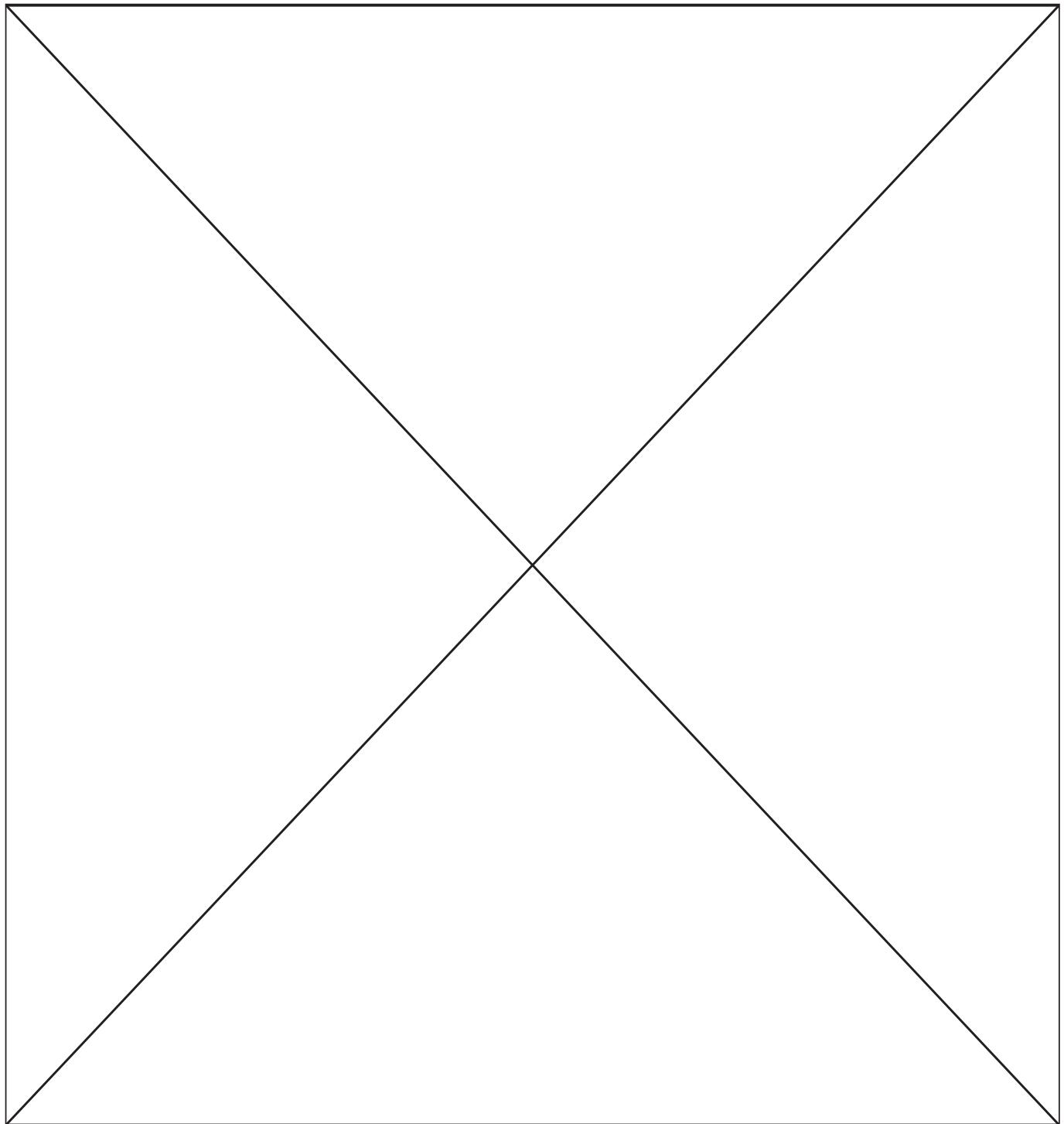
Рис. 67: Концепция ковша

4. Итоги собрания:

- 4.1. Механизм опрокидывания ковша перемещен на верх мебельной рейки.
- 4.2. Ребро жесткости не установлено.

5. Задачи для последующих собраний:

- 5.1. Установить П-образное ребро жесткости.
- 5.2. Начать реализацию проекта нового ковша.



1.5.41 05.12.14

1. Время начала и окончания собрания: 16:00 - 20:00
2. Цели собрания:
 - 2.1. Установить П-образное ребро жесткости.
 - 2.2. Измерить внутреннее пространство робота и выбрать оптимальные размеры ковша.
3. Проделанная работа:
 - 3.1. П-образное ребро жесткости было установлено.

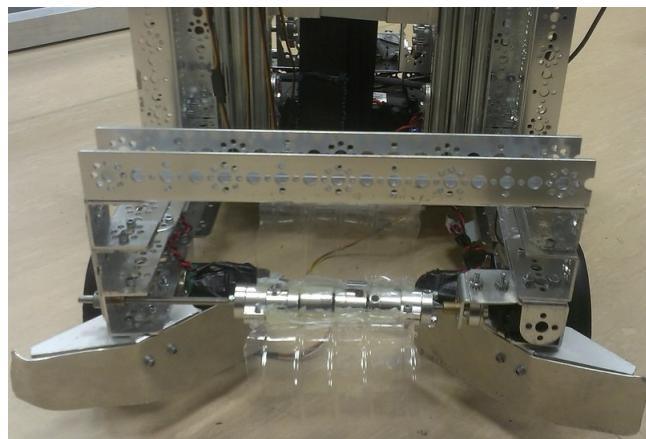
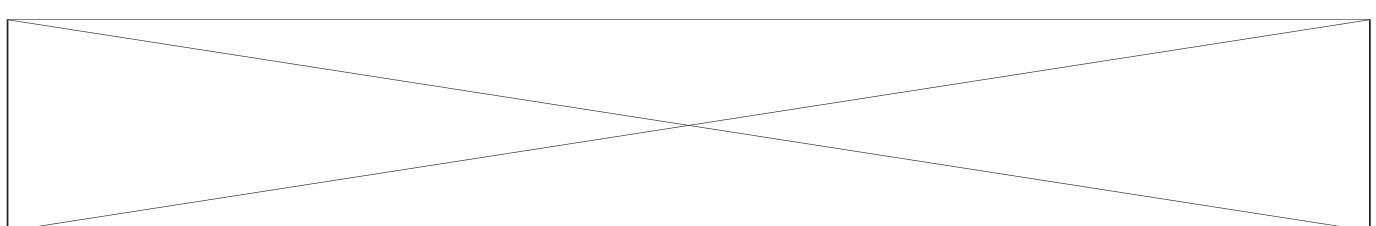


Рис. 68: П-образное ребро жесткости

- 3.2. Нами были произведены замеры пространства, отведенного под ковш, и по результатам измерений выбраны оптимальные размеры ковша.
- 3.3. Сегодня были внесены доработки в программу автономного периода. Была убрана функция, обрабатывающая показания энкодера и приводящая их к значению расстояния в сантиметрах, что значительно увеличило быстродействие программы. Теперь робот был способен точно поворачиваться вокруг своей оси и отвозить корзины в зону парковки.
4. Итоги собрания:
 - 4.1. П-образное ребро жесткости было установлено.
 - 4.2. Программа автономного периода была улучшена.
5. Задачи для последующих собраний:
 - 5.1. Создать чертеж нового ковша и выбрать материал, из которого мы будем его изготавливать.



1.5.42 06.12.14

1. Время начала и окончания собрания: 16:10 - 20:10
2. Цели собрания:
 - 2.1. Создать чертеж нового ковша.
 - 2.2. Выбрать материал, из которого мы будем изготавливать ковш.
3. Проделанная работа:
 - 3.1. Была разработана развертка ковша.

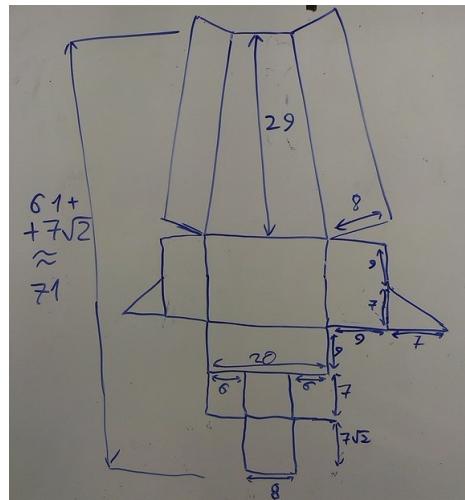


Рис. 69: Чертеж развертки ковша с расстоянием в см

- 3.2. Было решено использовать для создания ковша листовой пластик ПЭТ (такой, из которого изготавливаются бутылки).
- 3.3. Во время тренировок с раздвиганием подъемника мы заметили, что механизм лебедки немного шатается, что не сказывается на его работе, но может привести к разбалтыванию винтов. Для того, чтобы упрочнить конструкцию, мы добавили поперечное ребро жесткости.

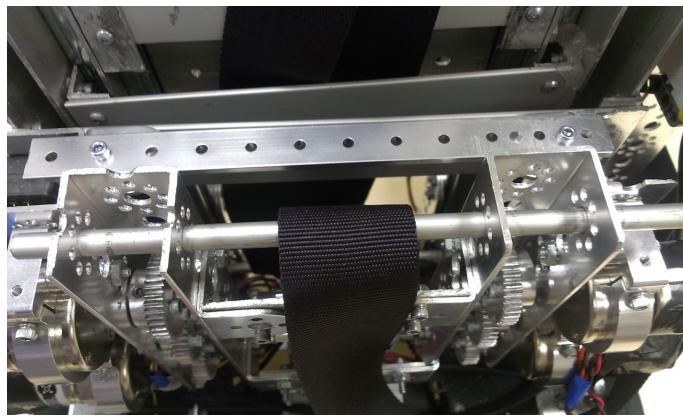


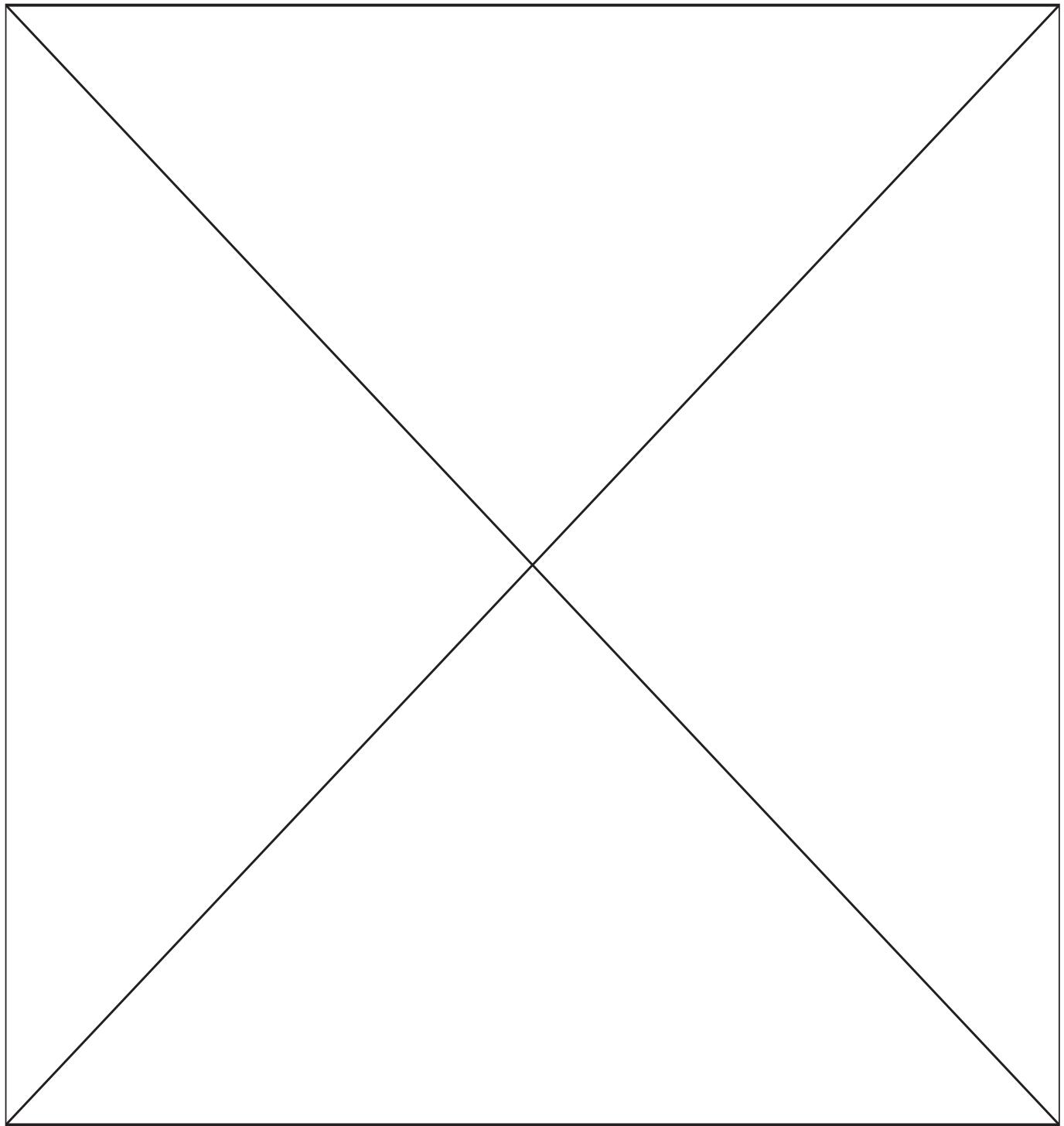
Рис. 70: Ребро жесткости

4. Итоги собрания:

- 4.1. Развертка ковша разработана.
- 4.2. Материал для ковша выбран.
- 4.3. Лебедка упрочнена.

5. Задачи для последующих собраний:

- 5.1. Выкроить из пластика развертку ковша и склеить его.



1.5.43 08.12.14

1. Время начала и окончания собрания: 17:00 - 20:30
2. Цели собрания:
 - 2.1. Выкроить из пластика развертку ковша и склеить его.
 - 2.2. Протестировать то, насколько успешно захват будет закидывать мячи в новый ковш.
3. Проделанная работа:
 - 3.1. Поскольку листовой ПЭТ нам не удалось приобрести, мы были вынуждены использовать в качестве материала упаковку из ПЭТ-а. В будущем, когда мы сможем купить качественный листовой пластик, мы планируем изготовить ковш из него.
 - 3.2. Развертка ковша была выкроена. Ковш был собран и скреплен изолентой. На следующем занятии мы планируем укрепить швы ковша суперклейм для большей надежности конструкции.



Рис. 71: Новый ковш

- 3.3. Были проведены испытания ковша на предмет забора мячей. Когда захват проталкивал мяч к трамплину, закрепленному на ковше, чаще всего он попадал в корзину. Некоторые мячи закатывались вбок и застревали на роботе. Для того, чтобы такого не происходило, по бокам от захвата было решено продлить откосы вверх так, чтобы они не давали мячу уходить в сторону. Некоторые мячи не покидали захват, а проходили в нем полный оборот и выбрасывались наружу. Для устранения этой проблемы было решено поставить ограничители, не дающие мячам двигаться вместе с захватом в обратную сторону. После того, как мячи попадали в корзину, они из нее уже не выпадали, поскольку спереди этому препятствовал бортик высотой 7 см, на котором был установлен трамплин.
- 3.4. В ходе испытаний было замечено, что, из-за увеличения клиренса передней части робота, маленькие мячи проходят под правым откосом и попадают под днище робота. Чтобы исключить возможность попадания под робота мяча, мы закрепили правый откос на 8 мм ниже. После этого никаких проблем с наездом на мяч не возникало.
- 3.5. Поскольку материал, из которого был изготовлен ковш, был очень гибким, во время опрокидывания он прогибался под собственным весом и весом мячей. Чтобы этого не

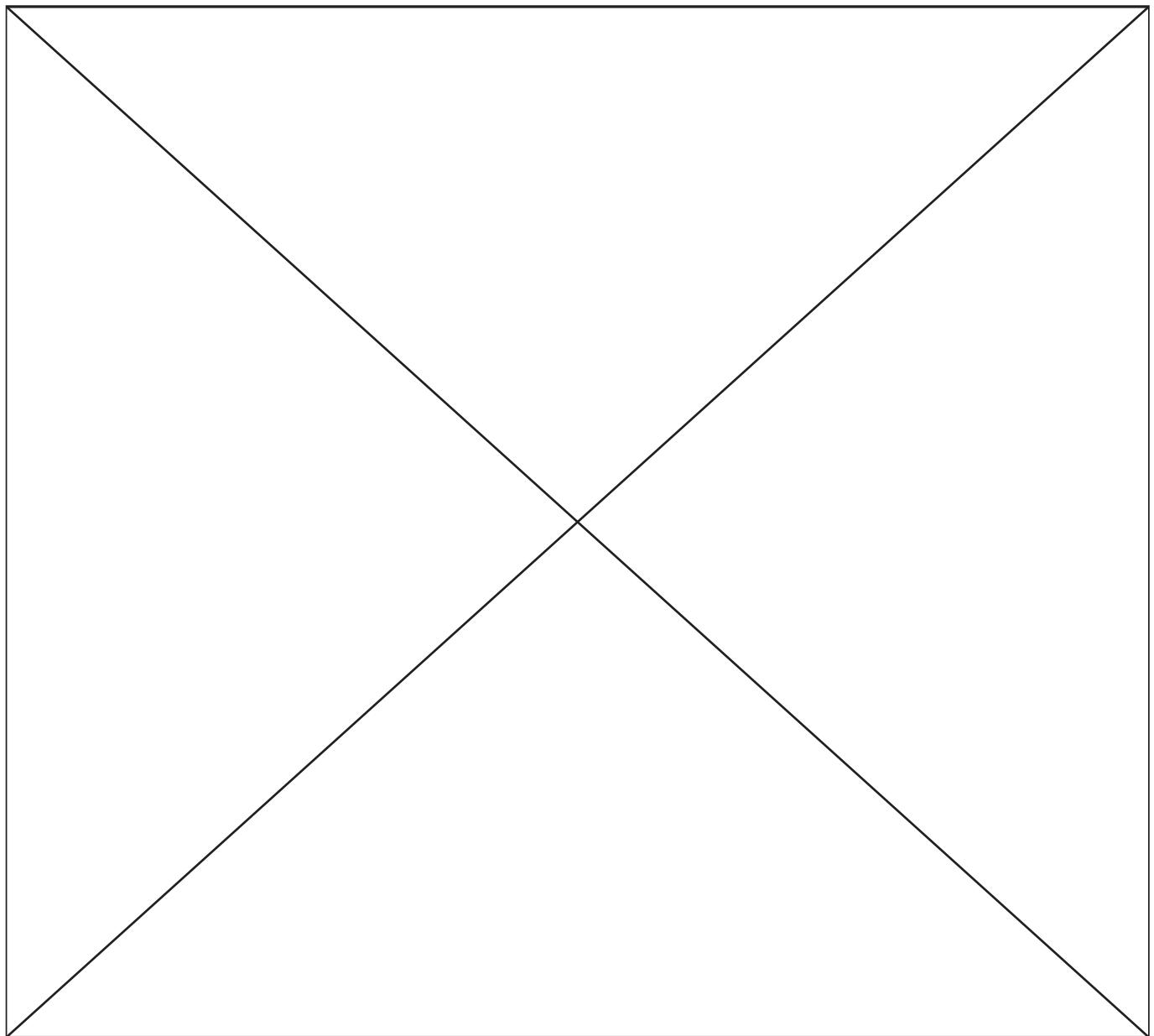
происходило, к задней части ковша был прикреплен тонкий алюминиевый профиль, который поддерживал заднюю стенку корзины. После этого ковш прогибаться перестал.

4. Итоги собрания:

- 4.1. Ковш собран и установлен на робота.
- 4.2. Испытания ковша прошли успешно.
- 4.3. Правый откос закреплен ниже.

5. Задачи для последующих собраний:

- 5.1. Протестировать механизм опрокидывания ковша на способность перевернуть новый ковш.
- 5.2. Установить ограничители, не позволяющие мячу попадать мимо ковша.



1.5.44 09.12.14

1. Время начала и окончания собрания: 15:50 - 20:30
2. Цели собрания:
 - 2.1. Укрепить ковш суперклеем.
 - 2.2. Протестировать, как механизм опрокидывания ковша справляется с новым ковшом.
3. Проделанная работа:
 - 3.1. Швы ковша были проклеены суперклеем.
 - 3.2. В процессе испытаний механизма опрокидывания ковша выяснилось, что сервоприводу не хватает мощности для того, чтобы поднимать ковш (поскольку теперь длина плеча ковша - 40 см, а установить полноценный противовес с противоположной стороны невозможно, так как механизм опрокидывания ковша находится в 1 см от верхней границы предельно допустимых габаритов робота). Пока мы не знаем, как решить эту проблему, но к следующему занятию мы постараемся придумать и на нем обсудить наши варианты решения проблемы.
 - 3.3. Сегодня у нас появилась стальная ось диаметром 8 мм и мы начали работать над заменой алюминиевых перекладин подъемника на стальные. На данный момент мы смогли только распилить ось на куски нужной длины, но на следующем занятии мы планируем закрепить их на роботе.
 - 3.4. Для того, чтобы закреплять оси, было решено просверлить в них отверстия и затем вставить в них винты с таким образом, что они не позволяют оси выходить из пазов.



Рис. 72: Ось распилена

4. Итоги собрания:
 - 4.1. Ковш проклеен суперклеем.
 - 4.2. Механизм опрокидывания ковша испытан. На данный момент опрокидывание ковша невозможно.
 - 4.3. Стальная ось распилена на куски нужной длины.
5. Задачи для последующих собраний:
 - 5.1. Закрепить перекладины на подъемнике.
 - 5.2. Предложить идеи для решения проблемы с неопрокидыванием ковша.



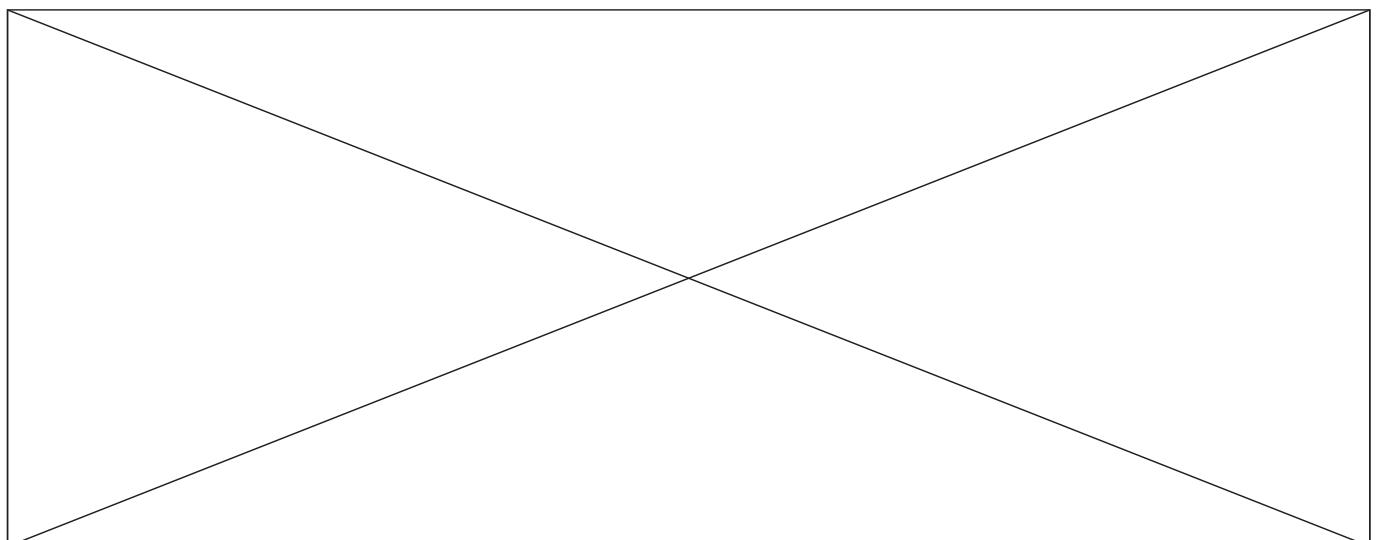
1.5.45 10.12.14

1. Время начала и окончания собрания: 17:30 - 21:00
2. Цели собрания:
 - 2.1. Установить стальные перекладины на робота.
 - 2.2. Обсудить идеи по решению проблемы с опрокидыванием ковша.
3. Проделанная работа:
 - 3.1. На робота была установлена только одна перекладина.



Рис. 73: Стальная перекладина

- 3.2. Для решения проблемы с опрокидыванием ковша было решено установить на механизм опрокидывания ковша не один, а два сервопривода.
4. Итоги собрания:
 - 4.1. Стальная перекладина установлена.
 - 4.2. Было решено добавить второй сервопривод на механизм опрокидывания ковша.
 - 4.3. Сервопривод не установлен.
5. Задачи для последующих собраний:
 - 5.1. Завершить установку стальных перекладин на подъемник.
 - 5.2. Добавить сервопривод на механизм опрокидывания ковша.



1.5.46 11.12.14

1. Время начала и окончания собрания: 17:30 - 23:30
2. Цели собрания:
 - 2.1. Установить стальные перекладины на подъемник.
 - 2.2. Добавить второй сервопривод на механизм опрокидывания ковша.
 - 2.3. Упаковать робота для транспортировки на соревнования "Робофест-Рязань".

3. Проделанная работа:

- 3.1. Была установлена еще одна стальная перекладина. Всего их установлено две из трех. На перекладине, неподвижно закрепленной на роботе, решено было оставить прежнюю алюминиевую ось, на которую надета трубка, так как стальная ось из-за чуть большего диаметра (примерно на 0.1мм) не входила в трубку. Мы решили не стачивать стальную ось, поскольку алюминиевая ось почти не изгибалась благодаря надетой на нее трубке и, кроме того, трубка имела возможность проворачиваться на алюминиевой оси, что способствовало уменьшению силы трения.
- 3.2. Для дополнительного уменьшения силы трения между осью и трубкой, они были хорошо нами смазаны.



Рис. 74: Неподвижная перекладина смазана

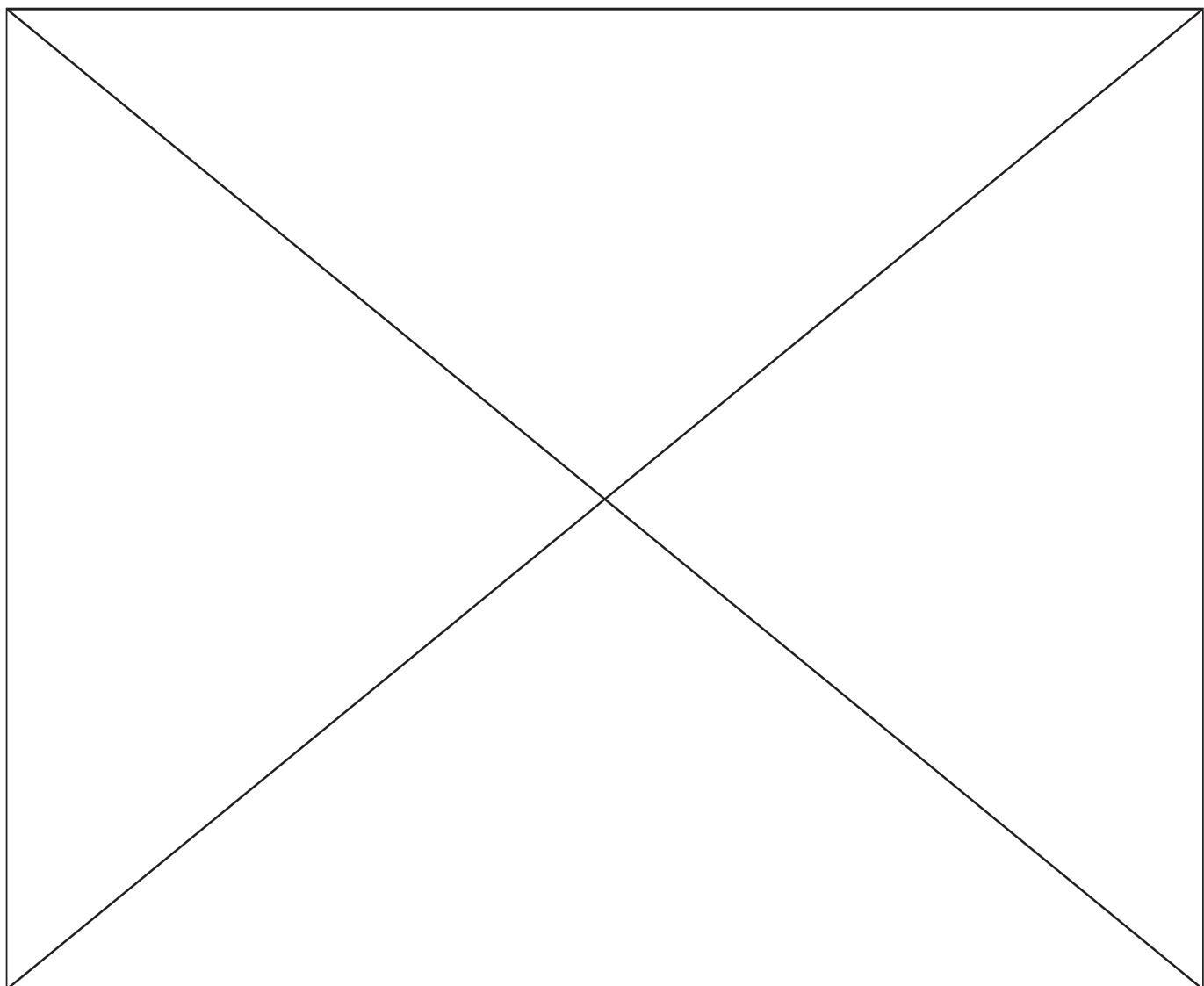
- 3.3. Два сервопривода оказались также неспособны опрокинуть ковш, поэтому было решено переместить механизм опрокидывания ковша на прежнее место (в центральной части последней пары мебельных реек).
- 3.4. Робот упакован для транспортировки.
4. Итоги собрания:
 - 4.1. Стальные перекладины установлены.
 - 4.2. Сервоприводы, опрокидывающие ковш было решено переместить на прежнее место.
 - 4.3. Сервоприводы не перенесены.
5. Задачи для последующих собраний:
 - 5.1. Переместить на прежнее место сервоприводы, опрокидывающие ковш.
 - 5.2. Потренироваться в управлении роботом перед соревнованиями.
 - 5.3. Поставить на ковш механизм, который будет направлять шарики перпендикулярно земле.

1.5.47 13.12.14 (Соревнования)

1-ый день соревнований "Робофест-Рязань"

Сегодняшний день был посвящен тренировкам. Внесенные доработки:

1. Сервоприводы, опрокидывающие ковш были перемещены на прежнее место.
2. Для улучшения качества захватывания маленьких мячей был установлен винт, притормаживающий лопасти. Таким образом лопасти в какой-то момент резко проворачиваются и за счет их упругости шарик залетает в ковш.
3. На ковш был установлен механизм, направляющий шары перпендикулярно поверхности земли.
4. Во время тренировок одну из поперечных осей на подъемнике вырвало из крепления. Это произошло из-за того, что отверстие, в которое она была вставлена было расположено слишком близко к краю пластины. Ось была переставлена.
5. Программа автономного периода была корректирована под данные условия



1.5.48 23.11.14 (Соревнования)

2-ой день соревнований "Робофест-Рязань"

Сегодня проходили квалификационные и финальные матчи, а также защита инженерных книг.

Основные проблемы, выявленные в ходе матчей:

1.

2.

Внесенные доработки:

1. /// Была начата программа для автономного периода, включающая в себя перемещение подвижной корзины в зону парковки. Конечная стратегия автономного периода выглядит так: робот съезжает с пандуса, подъезжает к корзине, захватывает ее, зкидывает в нее автономные мячи, поворачивается в сторону зоны парковки и едет в зону парковки вместе с корзиной. Однако, при испытании было обнаружено, что робот может повернуться на угол больший некоего порогового, но не может повернуться на меньший. После возвращения домой нам предстоит разобраться с этой проблемой.

Результаты соревнований:

1. По результатам квалификационных матчей в топ-2 мы не попали.
2. В финальные игры мы вышли, поскольку были выбраны командой "ФМЛ№30 ψ " набравшей наибольшее количество очков по результатам квалификационных матчей, и в результате наш альянс занял первое место.
3. Мы заняли 1 место в номинации "Защита инженерной книги".

Подведение итогов:

1. Успешность выступления на соревнованиях:

- 1.1. По результатам игры наш альянс занял первое место, что является в большей части заслугой нашего союзника по альянсу - команды "ФМЛ№30 ψ ".
 - 1.2. Мы заняли первое место в категории "Защита инженерной книги".

2. Полезные технические решения, которые мы подчерпнули у других команд:

- 2.1. ??? Ничего !!!

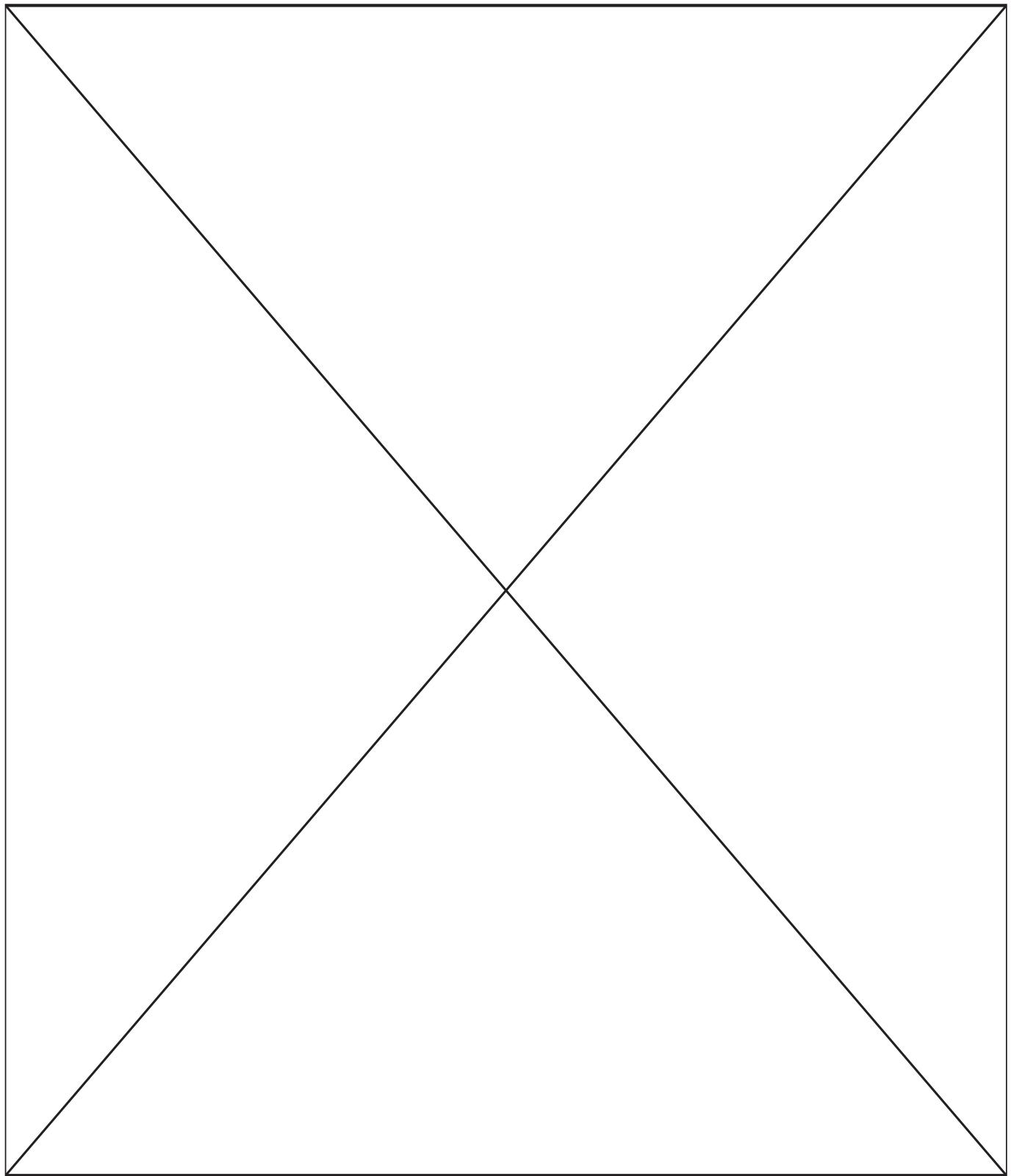
3. Наши ошибки и недостатки конструкции:

- 3.1. Проводка была ненадежна, из-за чего часто отказывали сервоприводы, отвечающие за опрокидывание ковша, а также приводы движения.

4. Задачи для последующих собраний:

- 4.1. Целиком заменить проводку на более надежную.
 - 4.2. Реализовать более удобную программу управления движением робота.
 - 4.3. Изготовить ковш из качественного листового пластика.
 - 4.4. Увеличить высоту боковых откосов в системе захвата мячей.

- 4.5. Демонтировать болт, затормаживающий лопасти.
- 4.6. Реализовать МЗК, способный удерживать корзину после отключения питания.
- 4.7. Установить на МЗК откосы для центровки подвижной корзины, изготовленные из пластмассовой бутылки.



2 Перспективы развития и благодарности

Нам очень понравилось заниматься интересным и нестандартным проектом, подразумевающим помимо технической части еще и работу в команде с новыми, незнакомыми нам людьми, которые исповедуют общие ценности дружбы и взаимопонимания.

Наша команда планирует и дальше заниматься робототехникой, ставя себе все новые и новые цели для развития. Этот год первый, когда мы занимаемся FTC, так что, возможно, мы будем заниматься этим и на следующий год. Если мы не сможем реализовать себя в этом году, то в следующем мы обязательно учтем все наши ошибки и проявим себя гораздо лучше.

В любом случае, мы готовы узнавать и открывать для себя что-то новое, самосовершенствоваться и расширять свои навы. Каждый из нас еще точно не знает, что ждет его в будущем, кем он станет и чем будет заниматься, но все мы твердо уверены, что опыт, приобретенный в этом году за время соревнований, не пройдет даром.

Большое спасибо компании FIRST за организацию мероприятия такого масштаба, участниками которого нам посчастливилось побывать, мы ценим эту блестящую возможность испытать свои силы и научиться чему-то новому, желаем им успеха и процветания.

Мы также благодарим наших спонсоров, компанию Финист, компанию Irisoft и компанию РТС за оказанную поддержку и губернаторский физико-математический лицей №30 и его директора Третьякова А. А. за предоставленные условия для качественной подготовки к соревнованиям.

Искренне ваша, команда ФМЛ№30 Санкт-Петербург

