

Дизайн 101

Дизайн — это отправная точка для каждого робота. Независимо от того, делается ли это в программе САПР, на доске или на обратной стороне салфетки, процесс всегда будет одним и тем же. Механическое проектирование — это огромная тема, и было бы невозможно описать все необходимые ее аспекты в одном месте.

Вместо этого этот ресурс предназначен для того, чтобы дать вам отправную точку для изучения дизайна в контексте FIRST Robotics Competition.

Знакомство

Прежде чем начать изучать дизайн, убедитесь, что вы находитесь в правильном месте: этот ресурс предназначен специально для проектирования FIRST® Robotics Competition (*FIRST Robotics Competition*), в то время как есть другой ресурс, который предоставляет ресурсы о программно-ориентированном САПР. Если вы надеетесь изучить стратегии для создания успешного робота, вы находитесь в правильном месте. Если вы хотите изучить конкретное программное обеспечение, которое может помочь в проектировании, ознакомьтесь с ресурсами САПР.

Проектирование роботов — сложная тема для преподавания. Не существует никакой науки, чтобы придумать идеальный механизм - для этого требуется много опыта, хорошая догадка и много проб и ошибок. Это руководство предназначено для того, чтобы предоставить ресурсы, которые могут *помочь* в этом процессе, но оно не может точно сказать вам, как спроектировать робота-победителя. Это зависит от вас и творчества вашей команды.

Чтобы ознакомиться с другими замечательными обзорами дизайна FIRST Robotics Competition, посетите страницу 1114: [Team 1114 - Robot Design](#), а также подробную презентацию 3847: [Team 3847 - Design Presentation](#)

Уровень 0: Первоначальный план

Почти в каждом случае в рамках FIRST Robotics Competition самым большим ограничивающим фактором при проектировании является время. По этой причине первые несколько этапов проектирования робота часто являются самыми важными. Если бы у нас было бесконечное время, мы могли бы составить список всех роботов, которые *могут* работать, построить их всех и протестировать, чтобы увидеть, какой из них работает лучше всего. Вместо этого мы должны выбрать один (с некоторым пространством для итераций, конечно). Вам нужно будет честно оценить способности вашей команды. Если



вы попытаетесь справиться со слишком большим количеством задач на поле, ваш робот неизбежно будет проигрывать во всех из них. Если вы возьмете слишком мало, возможно, вы не достигнете своего максимального потенциала. Проведение такой оценки, чтобы определить, что с наибольшей *вероятностью* будет эффективным, является непростой задачей. Приведенные ниже ресурсы помогут вам выполнить эти первые шаги:

- Стратегия игры
 - Первое и, возможно, самое важное, что вам нужно знать о любом дизайн-проекте, — это цели. *Что* должен ли робот это сделать.

Стратегический дизайн — это процесс, который поможет команде ответить на этот вопрос.

- В 1114 представлен следующий доклад по анализу игр:

[Команда 1114 - Effective ПЕРВЫЙ Стратегии](#)

- Стратегический дизайн
 - После того, как вы решили, что ваш робот должен делать, следующий вопрос заключается в том, как он должен это делать. Иногда ответ очевиден, и практически не требуется обсуждение дизайна или создание прототипа. В других случаях есть несколько возможных решений, и вам нужно решить, какое из них *наверно* Работать.
 - Логичным первым шагом является группировка необходимых задач в механизмы. Иногда один механизм может решать несколько задач, таких как прием и стрельба, но часто дополнительная сложность попытки соединить механизмы не стоит выигрыша.
 - Далее идет мозговой штурм идей по механизмам. Зачастую, лучшей отправной точкой является поиск вдохновения в предыдущих людях, которые решали аналогичную проблему до вас:
 - Robot in 3 Days (RI3D) — отличный ресурс для механизмов, специфичных для года, поскольку они играют в одну и ту же игру:
 - [Team RI3D - Видео о роботах 2018](#)
 - Когда речь идет об общих механизмах - трансмиссиях, лифтах высоты, воздухозаборниках/стрелках и т.д. - предыдущая ПЕРВЫЙ Команды соревнований по робототехнике решили множество самых сложных задач:
 - Коллекция известных ПЕРВЫЙ Модели роботов Robotics Competition прошлых лет были импортированы на онлайн-платформу САПР. Чтобы получить доступ, выполните поиск по фразе «ТСА» ПЕРВЫЙ Robotics Competition» в

общедоступную строку поиска после совершения [аккаунт по этой ссылке](#). Вот пример ссылки на [1678 2018 год Робот](#)

- 3847 ведет хорошо организованную фотогалерею механизмов робота:
 - [Команда 3847 - Механизмы робота](#)
- Технические подшивки Команды 254 содержат отличную информацию:
 - [Команда 254 - Роботы](#)
- А также страница команды 971 о проектировании роботов:
 - [Команда 971 - Проектирование роботов](#)

■ Иногда лучшее вдохновение — это коммерческий продукт. Вдохновение может прийти от самолетов, автомобилей, зданий или промышленных роботов.

- Пример: Система подъема напарников Команды 1678 2018 года была смоделирована по образцу крыла самолета для прочности и долговечности, оставаясь при этом невероятно легкой

○ Некоторые из наиболее эффективных конструкций сочетают в себе простоту, повторяемость и точность. Презентация стратегического проекта 1678 содержит рекомендации, которые помогут командам подойти к этим проектам:

- [Команда 1678 - Презентация стратегического дизайна](#)
- [Команда 1678 - Видео о стратегическом проектировании](#)

○ Когда речь идет о дизайне как о большой группе с противоречивыми идеями, часто бывает трудно прийти к единому решению. Иногда на это уходит достаточно времени

и логические аргументы, прежде чем все согласятся. Создание матрицы компромиссов из всех предложенных дизайнерских идей может помочь определить плюсы и минусы каждого варианта и пролить свет на идеальное решение. Если группа все же не может договориться, у вашей команды будет два варианта: либо оставить решение ведущему дизайнеру, либо провести народное голосование.

● **Общая компоновка робота**

○ При первоначальном, концептуальном замысле очень легко потерять связь с реальностью. У каждого робота есть ограничения по размеру, и их необходимо учитывать на протяжении всего процесса проектирования. Рисование робота в масштабе спереди, сбоку и сверху — это эффективный способ убедиться, что ваши идеи осуществимы в реальном мире.



- Кроме того, на этом начальном этапе проектирования легко пренебречь основными компонентами робота, такими как электроника, аккумулятор, бамперы и т. д. Важно убедиться, что каждый компонент/механизм не только имеет место, но и доступен для ремонта в случае необходимости. Это идеальное время, чтобы определиться с местами размещения важных компонентов и убедиться, что ничто не помешает.
- Зачастую, использование программного обеспечения для 3D-проектирования является наиболее эффективным способом сделать это, так как очень легко сохранить точный масштаб. На сайте 973 есть видео на эту тему:
 - [Команда 973 - RAMP Проектирование роботов с эскизами](#)

Уровень 1: Проектирование механизмов

На этом этапе процесса проектирования у вас должен быть конкретный список того, что должен делать робот, общее представление о том, как робот будет выглядеть, и ряд концепций механизмов, которые, по вашему мнению, могут работать.

Несмотря на то, что каждый механизм уникален, ниже приведен рабочий процесс проектирования, который поможет оптимизировать процесс проектирования механизма. Эти шаги не должны быть строгими; Некоторые механизмы не потребуют прототипирования, некоторые никогда не перестанут создавать прототипы. Тем не менее, общая схема применима практически ко всем ситуациям.

- Прототипирования
 - Прототипирование — это FIRST возможность проверить концепции механизмов, которые вы создали. Чем больше вы можете получить от прототипа неудач, тем больше информации вы сможете собрать и тем меньше ошибок вы столкнетесь с этим позже.
 - Ключевым моментом в создании прототипов всегда является возможность быстрой итерации. Тратить свое время на полноценную разработку модели зачастую не стоит. Вместо этого стройте с использованием дешевых строительных материалов, таких как дерево и шурупы, и подумайте о том, чтобы привести в действие колесные стрелки ручные дрели. Чтобы проверить движение робота, установите прототип на предыдущего робота или на колесное шасси без двигателя. Обязательно помните об итерациях: добавление небольшого количества сложности, чтобы сделать прототип легко поддающимся настройке, часто того стоит.
- Дополнительные ресурсы по прототипированию:
 - [В тылу S02E03 - Эффективное прототипирование](#)
 - Ссылка подлежит уточнению - **ПЕРВЫЙ** Ресурс /TCA Prototyping 101



- Подробнее о механизме
 - Даже после того, как функциональный прототип построен, часто бывает сложно извлечь уроки, извлеченные из прототипа, и превратить его в надежный, технологичный механизм. Каждый механизм индивидуален, поэтому, к сожалению, не существует «правильного» способа сделать это, который будет работать всегда.
 - Понимание распространенных методов строительства в *ПЕРВЫЙ* Соревнования по робототехнике — отличная отправная точка для этого шага. Хотя они не всегда применимы, они часто указывают правильное направление:
 - В большинстве механизмов рама может быть изготовлена из простой алюминиевой трубы, косынок и шестигранных валов. Алюминиевая трубка в сочетании со стандартной схемой отверстий, такой как размещение отверстий через каждые 0,5 дюйма вдоль трубки, легкая, прочная и легко расширяется.
 - В некоторых случаях предпочтительнее иметь изгиб механизма, а не полонку. Самый распространенный случай – с забором, который выходит далеко за пределы робота. Скорее всего, им будут злоупотреблять на протяжении всего матча, а гибкость гарантирует, что он останется функциональным после сильного удара. Для этих применений поликарбонат обычно является ответом.
 - Наконец, никогда не упускайте из виду самый простой строительный материал: фанеру. С ним легко работать, он легкий и часто достаточно прочный. В некоторых случаях сверленная фанера может в достаточной степени заменить весь процесс моделирования, вырезания карманов и механической обработки, который часто связан с алюминием.
 - Больше примеров распространенных конструкций можно найти в библиотеке роботов Spectrum: [Команда 3847 - Механизм робота](#)
 - *ПЕРВЫЙ* Соревнования по робототехнике COTS детали
 - Термин COTS-детали или коммерческие готовые детали используется в *FIRST* Robotics Competition для описания любого приобретенного компонента робота. Знание наиболее распространенных крепежных элементов, колес, деталей силовой передачи и других строительных материалов предоставит больше возможностей при принятии решения о том, как построить механизм.
 - Многие поставщики имеют 3D-модели для большинства деталей, которые вам понадобятся. Знакомство с их



доступными компонентами может помочь вам быстро найти наилучшее решение проблемы. 3D-модели можно найти на веб-сайтах поставщиков, как правило, в технической документации или загружаемом контенте для интересующей вас детали или сборки.

○ **Сила**

■ Почти в каждом механизме есть какая-то деталь, которая движется. Все эти механизмы должны приводиться в движение одним из четырех источников питания: аккумулятором, сжатым воздухом, пружиной или силой тяжести. Преобразование накопленной энергии в желаемое движение может быть одним из самых сложных аспектов проектирования механизма.

■ Чтобы получить общее представление о передаче энергии в целом, ознакомьтесь с презентацией 1678:

- [Команда 1678 - Модифицированная силовая передача](#)

■ Для коротких, линейных движений с 2 различными положениями пневматика часто является идеальным решением. Презентация 1114 дает отличное руководство:

- [Команда 1114 - Пневматика](#)

■ Когда дело доходит до вращательного движения, проблема всегда заключается в том, чтобы добиться вращения с нужной скоростью. Для этого часто требуется значительное сокращение. Некоторые команды предпочитают разрабатывать свои собственные коробки передач для достижения этой цели. Несмотря на то, что кастомные коробки передач имеют свои преимущества, многие команды тратят на них много времени, которое можно было бы потратить на другие, более важные вещи. Коробки передач COTS представляют собой отличную альтернативу.

- Для получения дополнительной информации о кастомных коробках передач ознакомьтесь с Уровнем 2 этого ресурса.

■ Наконец, есть несколько вариантов, когда речь идет о мощности

пружины.

Стандартные винтовые пружины могут обеспечивать усилие сжатия или растяжения. Они также могут использоваться в сочетании с пневматикой, если они установлены вокруг вала, чтобы обеспечить дополнительное усилие в одном направлении. Хирургическая трубка обеспечивает только усилие при растяжении, но с ней легко работать, и ее можно комбинировать с кабелями и шкивами для «перенаправления» силы пружины. Это может помочь, если вам нужна большая сила, но вы ограничены пространством. Наконец, газовые ударные удары доступны при невероятно высоких усилиях.



Поскольку они герметичны, они не ограничены правилом рабочего давления 60 фунтов на квадратный дюйм, поэтому они могут легко достигать диапазона усилий в сотни фунтов, занимая при этом относительно небольшое пространство.

- Датчики

- Понимание того, что такое датчики, как они работают или как их использовать для управления, немного выходит за рамки этого ресурса. Тем не менее, когда речь идет о датчиках, стоит упомянуть несколько ключевых замечаний при проектировании.

- Наиболее распространенным видом датчиков является энкодер, предназначенный для измерения изменений углового положения. Там, где это возможно, лучше всего размещать энкодеры на валах, которые вращаются как можно быстрее - другими словами, на валах, которые не имели значительного снижения от двигателя. Таким образом, они будут иметь более высокое разрешение.

- Когда дело доходит до монтажа энкодеров, идеальный метод зависит от типа энкодера. В случае оптических энкодеров энкодер будет физически взаимодействовать с валом и, следовательно, будет ограничивать себя концентричностью. Единственная задача сборки – предотвратить вращение. Поэтому ваше крепление должно быть гибким, а не переусердствовать в нем и не вносить возможность заламывания вала. Хорошим примером являются z-образные изгибы из поликарба, часто используемые

Команда 971, смотрите некоторые примеры в их [Репозитор САПР](#)

У

- В случае магнитных энкодеров энкодер не будет соприкасаться с валом, поэтому его необходимо полностью ограничивать в другом месте, чтобы обеспечить постоянное расстояние от магнита. Должно быть как минимум две точки соприкосновения с креплением, чтобы убедиться в отсутствии изгиба энкодера.

- При использовании всех видов датчиков убедитесь, что датчик легко доступен, если что-то пойдет не так или вам потребуется заменить датчик.

- Итерация

- Третий, и, безусловно, самый важный шаг в проектировании механизмов — это итерация. Механизм — это *никогда* Договорились. Даже после того, как он заработает, всегда есть вещи, которые можно было бы улучшить. Процесс проектирования постоянно повторяется. После тестирования механизма определите области для улучшения, разработайте



больше концепций для решения проблем и начните процесс с самого начала.

Уровень 2: Дополнительные инструменты проектирования

- Проектные расчеты / нестандартные редукторы
 - Возможность проектировать коробки передач на заказ открывает огромные возможности для механизмов внутри команды. Вы можете выбрать конкретные соотношения или оптимизировать его прочность, вес, размер и эффективность. При этом они ни в коем случае не являются необходимыми: коробки передач COTS часто достаточны, а трата ресурсов, необходимых для разработки коробки передач на заказ, иногда может отвлечь время от других целей.
 - Первым и самым важным ресурсом всегда будет калькулятор JVN, который можно найти здесь:
 - [Chief Delphi - Калькулятор JVN](#)
 - Информация о двигателе для многих *ПЕРВЫЙ* Двигатели, одобренные Robotics Competition, применимые для большинства конструкций редукторов, можно найти по адресу
 - motors.vex.com
 - Видео 973 о таблицах Google, кривых двигателей и выборе двигателей могут помочь вам понять и применить предыдущую ссылку. Кроме того, он затрагивает тему зарисовки самой коробки передач в своих видеороликах West Coast Drive
 - [Команда 973 - Видео о RAMP](#)
- 3D-печать
 - 3D-печать в *ПЕРВЫЙ* Соревнования по робототехнике только недавно стали жизнеспособными для большинства приложений. Каждый принтер уникален, и очень важно знать ограничения каждого принтера и то, чего он может достичь. При правильном подходе напечатанная на 3D-принтере деталь может стать быстрым, легким и эффективным решением сложной механической проблемы.
 - Тем [Марккованный блог](#) [g](#) предоставляет много отличной информации для печати, независимо от какой у вас принтер. Некоторые примечательные ссылки в их блоге включают:
 - [Напечатанные на 3D-принтере модульные тесты и допуски](#)
 - [Почему 3D-печатные детали деформируются и как это остановить](#)
 - [Сокращение времени печати](#)



- [Встраивание гаек в напечатанные на 3D-принтере детали для повышения прочности скрытого крепежа](#)

- 3D Hubs — еще один отличный источник информации о печати. В частности, на 6-м шаге представлен обзор некоторых примечательных приемов с печатными деталями и общими особенностями печатного дизайна:

- [3D Hubs - Проектирование корпусов для 3D-печати](#)

- Конструкция для управляемости

- По мере того, как ваша команда продвигается к решению более сложных проблем с программным обеспечением, становится необходимым быть более точным в своих механизмах, чтобы обеспечить лучший контроль. Трэвис Шух (Travis Schuh) представляет прекрасную презентацию по проектированию управляемости, которую можно найти здесь:

- [Команда 971 - Видео семинара](#)

О Альянсе «Компас»

Альянс Compass Alliance был основан 10 командами со всего мира с целью помочь командам FIRST Robotics Competition поддерживать и расти. Постоянно растущий репозиторий ресурсов и круглосуточный колл-центр предоставляют любому человеку с любым уровнем квалификации инструменты для изучения чего-то нового или получения дополнительной информации из любой точки мира. Удаленные команды, в которых нет наставников, могут зарегистрироваться в Tag Team, которая будет их удаленным гидом в течение всего сезона, а Help Hubs точно укажет, где можно получить доступ к местным услугам, которые предлагают другие команды FIRST. Hear For You предоставляет ресурсы и инструменты, которые помогают командам и волонтерам развивать психическое благополучие в своих командах и на мероприятиях. Вы можете узнать больше о The Compass Alliance, найти качественную помощь и принять участие в www.thecompassalliance.org

Об этом ресурсе

Этот ресурс был подготовлен The Compass Alliance при поддержке и обзоре FIRST. Если у вас есть вопросы по этому ресурсу, обращайтесь в thecompassalliance@gmail.com или firstroboticscompetition@firstinspires.org.

История изменений

Пересмотр #	Дата пересмотра	Примечания к редакции
1.0	декабрь 2019 г.	Первоначальный выпуск