

ОБ АВТОРАХ:



Алексей Анатольевич Туманов

Ассистент кафедры «Автоматизация машиностроения» Нижегородского государственного технического университета имени Р.Е.Алексеева (НГТУ).

Принимал участие в реализации проектов НГТУ по созданию мобильных роботов специального назначения, участвовал в разработке беспилотного транспортного средства на базе автомобиля «Газель Бизнес».

С 2013 года является тренером робототехнических команд по направлению FIRST Tech Challenge.

С 2015 года так же успешно занимается подготовкой команд по направлению AutoNet 14+.



Анастасия Андреевна Сигинова

После окончания с отличием рязанской школы № 53 сумела за 7 лет учебы в Рязанском радиотехническом университете совершить впечатляющий образовательный «спринт»: получить два диплома с отличием – инженера и экономиста-менеджера, стать магистром техники и технологии по направлению «Робототехника», закончить аспирантуру по направлению «Технические системы (робототехника)».

В настоящее время работает в «alma mater» ведущим инженером, параллельно – ведущим специалистом в «КБ Аврора», резиденте Сколково.

Стажировалась в Японии и Литве, участвовала в составе команды AVRORA в Европейских испытаниях наземных роботов ELROB (Польша, 2014 г., Австрия, 2016 г.). Федеральная судья по направлению AutoNet 14+.



Алёна Вениаминовна Азиатцева

В 2000 году окончила Ижевский государственный технический университет по специальности «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем».

Работает методистом, педагогом дополнительного образования МБОУ ДО «Дворец детского (юношеского) творчества» в г. Ижевске, Удмуртской Республики.

Награждена многочисленными дипломами и грамотами за победы своих воспитанников на различных робототехнических фестивалях и конкурсах, в том числе: Международном Фестивале робототехники «РобоФинист» (2016 г.); Межрегиональной научно-технической олимпиаде «ТРИЗ-2016»; II Международной олимпиаде по Робототехнике (2017 г.).

РОБОФЕСТ: AutoNet 14+



ПУТЬ К ПОБЕДЕ

Библиотека Фонда поддержки социальных инноваций
«Вольное Дело»

РОБОФЕСТ: AutoNet 14+

ПУТЬ К ПОБЕДЕ

РОБОТОТЕХНИКА
Инженерно-технические кадры инновационной России


ФОНД
ВОЛЬНОЕ ДЕЛО





ВАС ПРИВЕТСТВУЕТ ГРУППА ГАЗ!

Дорогие друзья, участники соревнований AutoNet 14+!

«Группа ГАЗ» много лет активно поддерживает Программу «Робототехника: инженерно-технические кадры инновационной России», реализуемую Фондом «Вольное Дело», и вас, юные робототехники страны, в увлекательном поиске лучших инженерных решений. И это не случайно. Горьковский автомобильный завод «Группы ГАЗ» – признанный лидер отечественного автопрома по уровню роботизации производства, который превышает 85%, а всего на заводах компании в технологическом процессе задействованы более 600 промышленных роботов.

Сегодня самым актуальным в автопроме становится создание электротранспорта, беспилотных машин, систем помощи водителю, в разработке которых «ГАЗ» лидирует. На базе электромобиля «ГАЗель NEXT» созданы прототипы беспилотных автомобилей с автоматизированной системой управления, успешно проходящие испытания на полигоне и территории «ГАЗа».

«ГАЗ» выпускает беспилотники сразу на промышленных компонентах. Все исполнительные механизмы автомобиля – тормоза, рулевое управление, управление двигателем – выполнены на основе серийных решений. Это делается в целях обеспечения возможности скорейшего выведения перспективной техники на рынок. Унифицированное шасси электромобиля «ГАЗель NEXT» оказалось настолько удачным, что на его базе в дальнейшем можно устанавливать любой кузов, любую надстройку.

В разработке специалистов Объединенного инженерного центра «Группы ГАЗ» много концептуальных решений по созданию продуктов завтрашнего дня. Но все это не ради «модного тренда». В сегментах спецтехники, грузовиков и автобусов – это, прежде всего, реальная возможность повысить безопасность перевозок.

Мы стремимся, чтобы на наших высокотехнологичных производствах работали молодые и инициативные инженеры и технологи. Для молодежи участие в Программе «Робототехника: инженерно-технические кадры инновационной России» – хорошая стартовая площадка для дальнейшего карьерного роста в области инжиниринга и проектирования автоматизированных систем. Вчерашние школьники становятся студентами ведущих технических ВУЗов России, в настоящее время уже более 70 воспитанников Программы работают на предприятиях нашей компании. Это – творческая молодежь, которая приходит на реальное производство со своими инновационными проектами, наша будущая инженерная элита. Именно таким высококлассным специалистам предстоит создавать прорывные технологии.

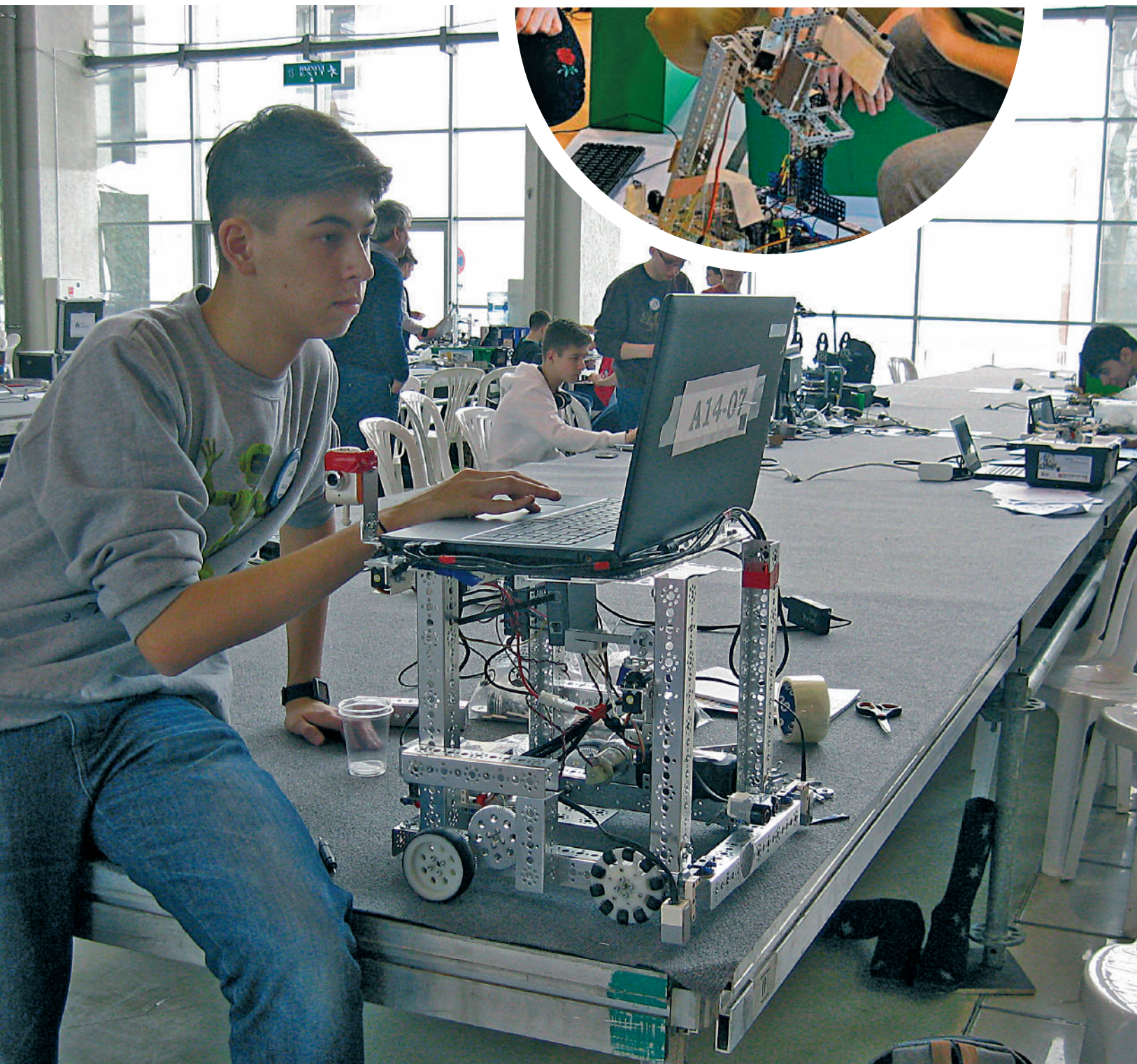
«Группа ГАЗ» активно готовится к будущему. Давайте вместе приближать беспилотное завтра!

Директор по стратегическому развитию персонала и корпоративной культуре «Группы ГАЗ»

Е. А. Маршутина

ГЛАВА 1

Об инженерном мышлении и проектном подходе



1

- 1.1. В профессиональной среде говорим на профессиональном языке**
- 1.2. Принципы системного подхода: в чем суть, зачем нужно, как применять и как он помогает инженеру в работе**
- 1.3. Обзор правил и поля AutoNet 14+**
- 1.4. Обзор турнира AutoNet 14+**
- 1.5. Квалификация и технический допуск**
- 1.6. Бонусная поддержка «продвинутых» вариантов распознавания адреса**
- 1.7. Оценка Инженерной книги**
- 1.8. Собеседования в технической зоне**
- 1.9. Финальная часть турнира и определение победителей**

1.1. В профессиональной среде говорим на профессиональном языке (соблюдение требований ГОСТ и ЕСКД, уверенное владение технической терминологией, алгоритмы проектного подхода)

В современном быстро меняющемся мире все большую роль во многих сферах жизни играет проектный подход. Поэтому и в образовании огромная роль уделяется именно проектной работе и многие часто сталкивались с понятием «защита проекта». Проекты реализуются в любой сфере деятельности, но мы рассмотрим особенности проектного подхода на примере инженерной области.

Создание технических систем – это процесс представления нового изделия в виде его проекта, являющегося основной единицей, которая и определяет суть проектного подхода. Что же такое проект, каковы его основные характеристики?

Проект – это уникальный комплекс взаимосвязанных работ (мероприятий), направленных на создание продукта или услуги в условиях заданных ограничений и требований, в том числе установленного предела времени. Также понятие *проект* представляется как совокупность технических документов, по которым изделие может изготавливаться и эксплуатироваться.

Процесс проектирования технических систем стандартизирован и состоит из следующих этапов: разработка технического задания, предварительное проектирование (разработка технического предложения), эскизный проект и технический проект (разработка полного комплекта технической документации на изделие). Первые два этапа – это НИР (научно-исследовательские работы), остальные – ОКР (опытно-конструкторские работы). Процесс проектирования изделия не заканчивается

подготовкой технического проекта, а продолжается в течение всего времени его производства и эксплуатации. В течение этого времени изделие доводят до заданных параметров, его показатели повышают путем постоянной корректировки технической документации.

Чтобы специалисты разных областей инженерии могли правильно, быстро и легко понимать друг друга, они используют универсальный профессиональный язык, основа которого – уверенное владение техническими терминами. В частности, порядок и методы проектирования средств робототехники регламентированы комплексом нормативно-технических документов, которые включают ГОСТы (по классификации, терминологии и обозначениям, основным параметрам, ряду грузоподъемности) и методические указания (по техническим требованиям, методам испытаний и правилам приемки, по оценке экономической эффективности). В качестве нормативов по оформлению документации на робототехнические комплексы используют требования Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) – комплекс государственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила, требования и нормы по разработке, оформлению и обращению конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой на всех стадиях жизненного цикла изделия (при проектировании, разработке, изготовлении, контроле, приёмке, эксплуатации, ремонте, утилизации). Аналогичные документы имеются и по основным компонентам роботов – устройствам

управления, приводам, захватным устройствам, а также по компонентам оснастки роботов.

Решение принимать участие в одном из направленных робототехнических соревнований смело можно назвать настоящим проектом, поскольку для участия необходимо придумать и разработать робототехническую платформу (продукт), отвечающую заданным требованиям регламента, в ограниченные по времени сроки, а также выполнить комплекс связанных с данным продуктом работ по оформлению технической документации и защите проекта

в форме собеседования. При этом особое внимание со стороны судей уделяется владению технической терминологией всеми членами команды, их умению правильно оформить и четко представить свой проект. Уверенное владение робототехническими терминами помогает не только отдельным участникам, но и командам между собой взаимодействовать с большей продуктивностью, получать опыт, обращаться к помощи других команд в случае непредвиденных ситуаций или самим оказывать такую помощь коллегам.

1.2. Принципы системного подхода: в чем суть, зачем нужно, как применять и как он помогает инженеру в работе

Системный подход — это аналитический метод, при котором любая система (объект) рассматривается как совокупность взаимосвязанных элементов (компонентов), имеющая выход (цель), вход (ресурсы), связь с внешней средой, а также обратную связь.

Цель нашего будущего робота — набрать максимальное количество баллов за выполнение отдельных этапов соревнования. При этом игровая стратегия у разных команд может быть неодинаковой и, соответственно, методы достижения этой цели (в том числе и конструкция робота) будут существенно отличаться. На входе процесса проектирования робота задаются конкретные ресурсы: время, доступные комплектующие, материальные средства, обеспечение безопасности работы. Все эти ограничения обязательно нужно учитывать при разработке конструкции робота. Нам может потребоваться приобрести какой-то элемент, но сроки его доставки будут превышать необходимые, или для покупки хорошего оборудования у команды просто нет достаточных материальных средств. Отсюда вывод: соблюдение баланса между всеми критериями позволит максимально приблизить достижение заданной цели.

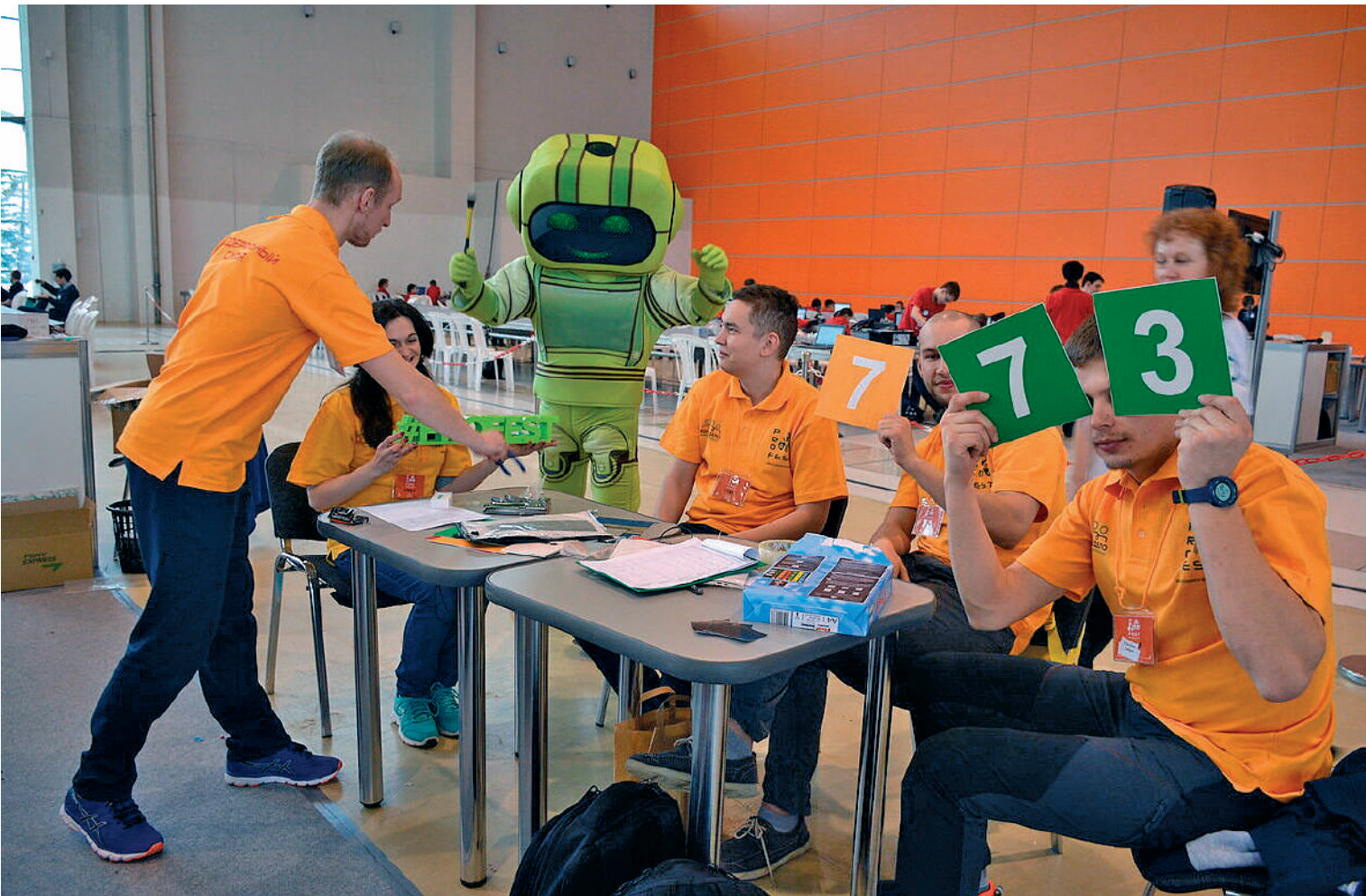
Для проектируемого робота также важна качественная связь с внешней средой и наличие устройств обратной связи, ведь одновременно на поле могут двигаться несколько роботов, и они должны не только идти к намеченной цели, но

и контролировать друг друга. Робот может передавать дистанционно судьям изображения или требуемые параметры распознавания партнеров, а при обеспечении распознавания объекта интереса подавать световую и звуковую сигнализацию.

Таким образом, в нашем проекте в качестве технической системы мы представляем создаваемого робота, поэтому к нему можно смело применять все принципы системного подхода.

Теперь, после всестороннего рассмотрения условий взаимодействия робота с внешней средой и оптимизации задаваемых требований к роботу и объектам этой среды, переходим к проектированию собственно робота. Основной принцип здесь, как и при проектировании других технических систем, в применении принципа декомпозиции, т.е. в разделении всей задачи на несколько более простых подзадач.

Робот, как объект робототехники, состоит из двух основных функциональных блоков — исполнительные системы (манипуляторы и устройства передвижения) и устройства управления ими с сенсорными каналами связи. Второй блок, в свою очередь, разделяется на аппаратную и программную части. Поэтому на первом этапе проектирования, после разработки принципиальной схемы робота должно быть выполнено ее разделение на три указанные части — механику, аппаратуру управления и программное обеспечение. Ясно, что проектирование столь неоднородных составляющих требует хороше-



го знания различных дисциплин, именно поэтому настоятельно рекомендуется обеспечить разделение ролей среди участников команды. Основой эффективного решения поставленной перед командой задачи станет оптимальное разделение функций робота и технических требований к нему между этими тремя взаимосвязанными частями. Эта задача неоднозначна и наиболее ответственна, поскольку ее решение в значительной степени предопределяет результат всей дальнейшей работы по созданию робота.

При работе по распределению функций робота между названными тремя его частями прежде всего выделяют те функции, которые являются ключевыми для каждой из этих частей и, соответственно, однозначно закрепляют за ними.

Остальные функции оптимально распределяют между частями робота на основании определенных

критериев. При этом следует учитывать также наличие взаимовлияния между некоторыми из этих функций, что дополнительно усложняет задачу и может привести к тому, что локальное улучшение характеристик одной из частей робота ухудшит эффективность робота в целом. Например, известная взаимосвязь точности и быстродействия не позволяет независимо распределять требования к каждому из этих параметров между частями робота.

При разработке первых роботов сначала создавались их исполнительные устройства, а затем для них, как уже заданных объектов, проектировались устройства управления. Однако по мере совершенствования конструкции роботов и стремления к достижению максимальных параметров, исполнительные устройства и устройства управления стали проектироваться совместно как единая система на

основе общих критериев. Это позволяет обеспечить оптимальное распределение технических требований к роботу между всеми его частями. Характерный пример – задача минимизации массы манипуляторов. Большие возможности здесь дает переход от традиционного расчета механической части на жесткость с пределом показателей упругой деформации звеньев к расчету только на прочность со снятием этих ограничений. Это позволяет примерно втрое уменьшить массу механической системы манипуляторов. Однако возникающая при этом общая гибкость всей конструкции вызывает ее колебания, что существенно осложняет задачу управления движением таких манипуляторов и, соответственно, повышает технические требования к устройствам управления.

Следствием такого системного подхода к проектированию роботов являются следующие принципы их создания:

1. Децентрализация управления вплоть до конструктивного встраивания устройств управления отдельными частями механической системы в эти части. Это позволяет удешевить всю систему в целом, повысить ее надежность и быстродействие за счет сокращения связей, разделения и отдельного иерархического построения линеек информационных процессов и процессов управления. Для таких систем разработаны различные варианты структур как с сильными, так и со слабыми связями (распределенные системы), а также методы их проектирования.
2. Необходимость обеспечения значительно большей надежности управления, чем обычно, считается приемлемым для многих других подобных типов объектов. Это обусловлено тем, что в таких системах отказ управления, скорее всего, приведет к аварии всей системы.
3. На всех этапах разработки активно применяется компьютерное моделирование, без чего такие сложные системы не могут быть созданы на высоком научно-техническом уровне.

Еще один важный аспект: в основе всех методов проектирования техники лежит унификация.

Сфера применения робототехники быстро расширяется, постепенно охватывая все новые области человеческой деятельности. Соответственно,

стремительно растет номенклатура роботов. Уже сегодня количество требуемых типов роботов только общепромышленного применения измеряются сотнями. В связи с этим одной из важнейших задач в робототехнике является комплексная унификация и стандартизация роботов и их компонентов.

Унификация — это наиболее эффективный метод стандартизации, заключающийся в рациональном сокращении числа объектов одинакового функционального назначения с целью повышения производительности труда, экономичности производства и эксплуатации, улучшения качества и обеспечения взаимозаменяемости элементов конструкций.

В робототехнике унификация развивается по трем уровням: для компонентов роботов, для собственно роботов и для роботизированных технологических комплексов. Хорошо отработанные и серийно выпускаемые унифицированные компоненты – по существу единственно возможная основа развития робототехники в условиях быстрого роста номенклатуры роботов с учетом необходимости при этом оперативного создания, освоения производства и эксплуатации их новых типов.

Создание унифицированных функциональных компонентов роботов стало первым этапом унификации в области робототехники. Ее следующий этап – унификация конструкции компонентов и программного обеспечения на основе модульного принципа построения. Сущность этого принципа заключается в построении механических, аппаратных и программных частей робота из еще более мелких унифицированных частей — модулей, которые позволяют осуществлять различные компоновки из некоторого их набора.

Система таких модулей строится по иерархическому принципу. Например, привод, выполненный в виде модуля, является готовой конструктивной частью для последующей сборки манипуляторов и устройств передвижения, предназначенной для соединения с модулями другого функционального назначения. При этом он, в свою очередь, состоит из ряда более мелких модулей, которые позволяют собирать различные модификации этого типа привода.

1.3. Обзор правил и поля AutoNet 14+

Соревнование AutoNet 14+ направлено на разработку мобильных робототехнических систем, способных в автономном режиме решать задачи транспортировки грузов, ориентироваться в условиях городского движения и принимать решения в различных дорожных ситуациях.

Поле для соревнований AutoNet 14+ представляет собой баннер (в сезоне 2018–2019 гг. размером 7x7 м), на котором расположены улицы, дома, перекрестки, дорожные знаки и светофоры. В зависимости от правил сезона поле может иметь другой вид (например, может быть изменен его размер, пропорциональность сторон, расположение улиц и перекрестков), но в любом случае поле имитирует дорожное движение в городской среде. Основная миссия заключается в доставке роботом груза со склада по случайно назначенному адресу в автономном режиме. На выполнение задания роботу отводится 5 минут. При этом робот может выполнять дополнительные задания и получать за это бонусные баллы.

В сезоне 2018–2019 гг. поле имеет следующий вид: по периметру (рис. 1.1) расположены четыре улицы: Красная, Синяя, Зеленая и Желтая. На каждой улице по обеим сторонам дороги находятся дома с закрепленными на них адресами (рис. 1.2). По углам поля располагаются точки старта–финиша роботов. В средней части поля – склады с грузами, а также две зоны парковки. Пересечения дорог образуют перекрестки. Один регулируется светофором, два других регулируются знаками приоритета, еще один нерегулируемый (действует правило помехи справа). Подробное описание всех элементов поля предоставляется в регламентах каждого сезона.

В конкретном соревновании, в зависимости от правил сезона, участвуют одновременно два или более роботов (но не более четырех). Каждый робот начинает движение из определенной зоны старта. В начале матча каждому роботу указывают адрес дома, к которому нужно доставить груз. Робот должен в автономном режиме, с помощью бортовых систем распознавания считать адрес, затем доехать



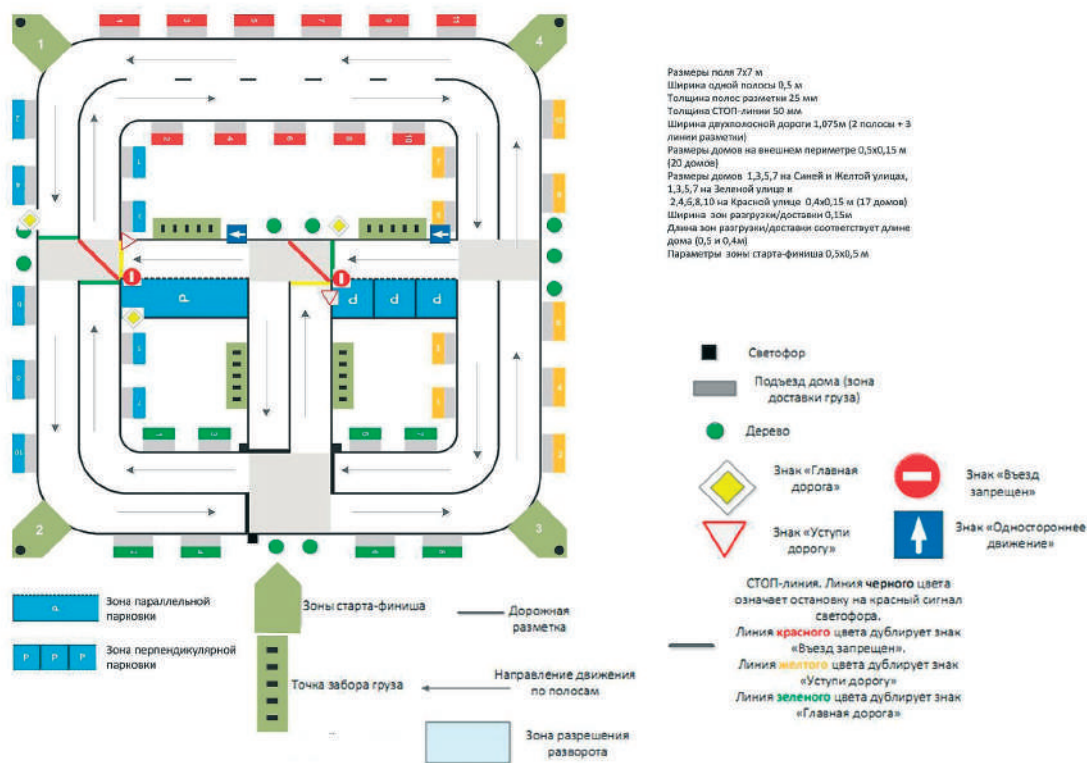


Рис 1.1. Игровое поле Autonet14+ 2018–2019 сезона



Рис. 1.2. Пример игрового поля Autonet14+ 2015–2016 сезона

ВНИМАНИЕ!

Данное пособие составлено на основе регламентов сезона 2018–2019 г. Актуальные регламенты можно найти в разделе «Соревнования» на сайте Фонда поддержки социальных инноваций «Вольное Дело» по Программе «Робототехника: Инженерно-технические кадры инновационной России».

до склада, взять груз, доставить его по указанному адресу и вернуться в свою зону старта–финиша. Все действия должны быть выполнены в течение 5 минут. Роботам запрещено двигаться задним ходом, по встречной полосе, разворачиваться вне зон разворота кроме случаев, специально оговоренных в регламенте.

Очки в матче присуждаются за: преодоление перекрестков при условии соблюдения ПДД; выполнение разворота в зоне разворота; загрузку и

доставку груза; выполнение парковки; распознавание точного адреса, цвета или номера дома; возврат в зону старта–финиша. Кроме того, команды могут заработать дополнительные баллы за демонстрацию работы устройств технического зрения во время прохождения квалификации и во время матча. Также команда обязана представить техническую документацию, содержащую подробное описание хода сборки робота и подготовки команды к соревнованиям (Инженерная книга).

1.4. Обзор турнира AutoNet 14+

В структуре соревнования AutoNet 14+ можно выделить следующие компоненты:

- Состязание роботов на игровом поле;
- Презентация командой своей Инженерной книги;
- Собеседование с экспертами;
- Предъявление компетенций;
- Участие в Олимпиаде (опционально).

Подробнее о каждом пункте будет рассказано в дальнейшем в соответствующих главах.

Примерное расписание этапов для команд, участвующих в соревновании AutoNet 14+ (точное расписание выдается непосредственно при регистрации на мероприятии и зависит от количества прибывших команд):

- Размещение и регистрация участников, прибывших на соревнования, подготовка робота;
- Технический допуск роботов;
- Тестирование, пробные заезды;
- Оценка компетенций;
- Проведение квалификационных заездов;
- Тренировочные заезды на поле;
- Оценка Инженерных книг;
- Собеседование с командами;
- Проведение первого раунда зачетных заездов;
- Проведение второго и третьего раундов зачетных заездов;
- Проведение финальных заездов;
- Проведение заездов на «Приз жюри»;
- Награждение;
- Упаковка оборудования, уборка территории.

Регистрация команды по прибытию осуществляется на стойке регистрации, информация об условиях ее прохождения высылается командам заранее.

Каждой команде для размещения предоставляется рабочее место в виде стола и стульев по количеству человек в команде, также предусмотрена розетка для подключения к электроснабжению.

Отдельное тренировочное поле в данном виде соревнований не предусмотрено, поэтому все тестирования, настройки и пробные заезды производятся непосредственно на основном поле. В целях обеспечения безопасности участников соревнования и сохранности элементов поля, команды допуска-

ются на основное поле только после прохождения технического доступа (подробнее описано в разделе «Квалификация и технический допуск»).

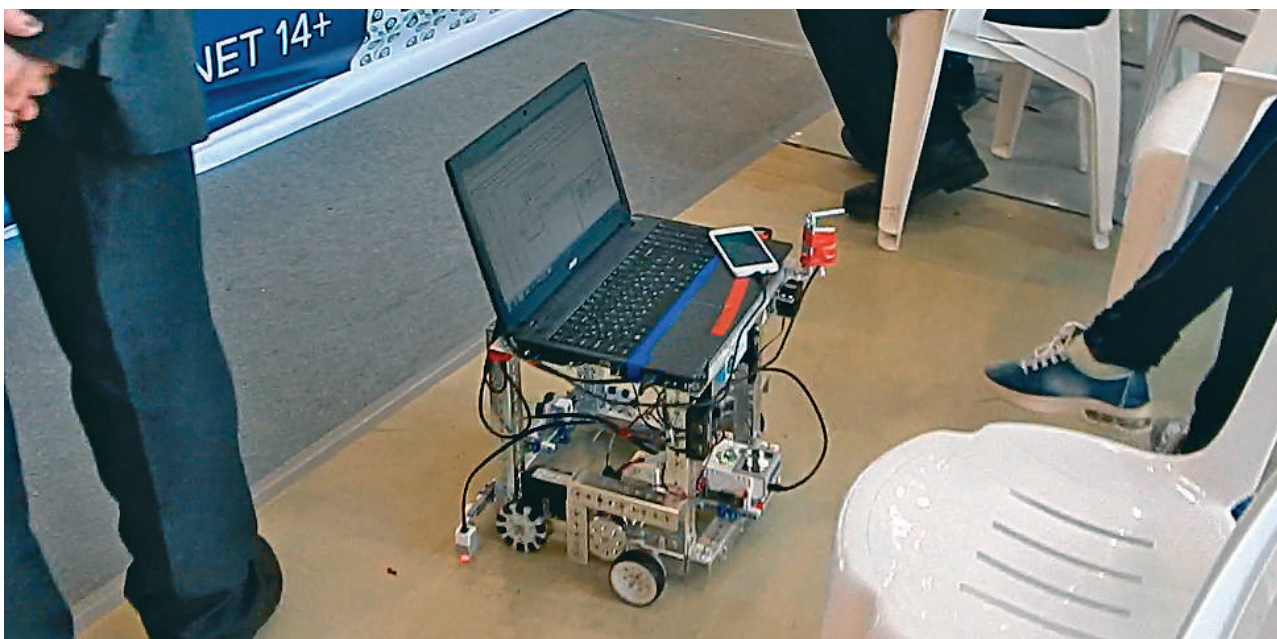
Турнир проводится в несколько раундов. В первом раунде каждая команда для выполнения предписанного задания осуществляет по четыре заезда на поле, стартуя с каждой позиции старта–финиша по очереди. Количество последующих раундов и схемы перехода от одного к другому описаны в разделе «Финальная часть турнира и определение победителей».

После прохождения квалификации формируется окончательное расписание матчей первого раунда, с указанием номера матча и команд, участвующих в нем. Также в расписании устанавливается позиция для старта каждой команды (под номером 1, 2, 3 или 4). Ввиду жесткого распределения времени на турнире команды должны очень четко соблюдать требования расписания и следить за проходящим матчем и доставлять роботов в стартовую зону команды точно за один матч до непосредственно начала своего матча. Следует помнить, что на проведение каждого матча отводится только 5 минут.

Перерыв между матчами не может составлять более 5 минут. За это время судьи подсчитывают набранные баллы, завершившие этот этап команды после разрешения судьи снимают своих роботов с поля, а вновь прибывшие команды приводят своих роботов в рабочее положение, запускают программу выполнения заданий и удаляются от роботов. Роботы должны находиться в режиме «Ожидание адреса» и не двигаться, за исключением момента инициализации.

После появления на мониторе произвольно выбранных адресов для каждой команды, операторы в каждой из них получают в руки таблички с адресами.

Повторные попытки выполнения задания в рамках одного матча разрешаются в количестве не более пяти раз на каждую команду, отсчет времени при этом продолжается от момента первого старта. За каждую новую попытку команда получает штрафные баллы. Набранные до этого игровые баллы аннулируются.



1.5. Квалификация и технический допуск

Несмотря на то, что поощряется значительная свобода творчества при конструировании роботов, команды должны заранее предусмотреть все последствия выбора того или иного решения. Поэтому при выборе конструкции робота и определении стратегии своей игры точно ответьте на следующие вопросы и, если ответ на любой из них окажется положительным, возможно, такой подход окажется запрещённым правилами проведения соревнований:

- Можно ли в результате нашего решения повредить или сломать другого робота?
- Можно ли в результате нашего решения повредить игровое поле?
- Можно ли в результате нашего решения травмировать участника или судью?
- Возможно ли в принципе наше решение по существующим правилам?

Каждый робот должен полностью пройти техосмотр для допуска к соревнованиям. Необходимо убедиться, что он соответствует всем правилам и нормам, и не может создать опасности для остальных участников и элементов поля. Формуляр техосмотра робота выдается команде в первый день соревнований.

Основные требования к роботам:

- Габариты: 30см X 30см X 30см (минимум), 45см X 45см X 60см (максимум);
- Безопасность всех деталей и механизмов;
- Полная автономность;
- Наличие звуковой и световой индикации;
- Четкое обозначение фронтальной части робота;
- Разрешенный правилами язык программирования;
- Отсутствие деталей, относящихся к запрещенным согласно требованиям регламента данного сезона.

Любая конфигурация робота должна пройти техосмотр непосредственно перед её использованием в соревнованиях. Если в конструкцию робота были внесены существенные изменения после первоначальной инспекции, он должен пройти повторный техосмотр для допуска к соревнованиям. Важно помнить: судья имеет право потребовать повторный техосмотр робота. В этом случае робот не допускается к соревнованиям до тех пор, пока он не пройдет повторный техосмотр. Отказ от повторного техосмотра робота ведет к дисквалификации команды. По результатам проверки робота заполняется формуляр техосмотра и подписывается судьей и капитаном команды. Робот получает специальную

наклейку, подтверждающую прохождение этой командой процедуры технического допуска. На основании формуляров техосмотра главным судьей составляется итоговый протокол технического допуска, в соответствии с которым осуществляется допуск на поле для прохождения тренировочных заездов и квалификации.

После прохождения технического допуска каждая команда выполняет квалификационные заезды. Их количество произвольно и ограничивается только установленным для этого этапа временем его проведения. Квалификация осуществляется в порядке живой очереди для команд. При повторной попытке прохождения квалификации приоритет отдается командам, прошедшим квалификацию менее 2 раз.

Квалификационный заезд проводится для каждой команды отдельно (один робот на поле) и содержит следующие задания:

- Команде нужно установить робота в зоне «Старт–финиш», включить программу выполнения и отойти от робота в нейтральную зону;
- Робот ожидает появления адреса в зоне «Считывание адреса», сигнализирует, что адрес «распознан», и начинает движение по полю согласно своей полосе движения в течение 5 секунд;

По окончании указанного времени робот должен остановиться.

При отсутствии нарушений задание считается выполненным, команда допускается до матчей.

Особо оговариваются требования к сигнализации, подтверждающей, что адрес «распознан» и робот готов начать движение. Она может быть световой, звуковой или дистанционной (передача данных о распознавании на монитор для судей). В случае применения световой и звуковой индикации распознавания, она должна быть четко различима при любых уровнях освещенности и шума, а также быть достаточно продолжительной, чтобы судьи успели зафиксировать факт распознавания. Необходимо предусмотреть блокировку сигнализации от ложного срабатывания при случайном ударе или непредвиденном соприкосновении с объектом. В случае дистанционной индикации данные о распознанном адресе могут отправляться в любом формате, заранее согласованном с судьями. При этом информация может иметь разный характер: передавать картинку адреса с дополнительными сведениями, например, распознанного цвета и цифры, или только информацию о цвете и номере дома.

1.6. Бонусная поддержка «продвинутых» вариантов распознавания адреса

При прохождении квалификационных заездов команда может по желанию продемонстрировать использование в работе устройств технического зрения и получить еще до начала матчей бонусные баллы. Демонстрация таких решений принесет в копилку команды дополнительно 600 баллов (в статике), или даже 1000 баллов (в динамике).

Процедура демонстрации работы устройств технического зрения подразумевает отображение на ноутбуке, подключенном к роботу, или на мониторе для судей (при варианте дистанционной передачи данных) информации о распознанном цвете и номере дома.

Также за использование устройств технического зрения во время проведения матчей первого раунда

полагаются дополнительные премирующие баллы (не более 1 раза) согласно таблице баллов и штрафов регламента. Дистанционная демонстрация может помочь и в случае неоднозначных ситуаций. Например, при преодолении перекрестка, регулируемого светофором: если во время принятия решения о начале движения робота горел зеленый, а в момент въезда на перекресток светофор переключился на красный, премиальные баллы за преодоление перекрестка могут быть вполне справедливо засчитаны.

По итогам квалификационных заездов судьями заполняется сводный протокол, в котором фиксируется информация о командах, допущенных до первого раунда и премиальные баллы за демонстрацию технического зрения.

1.7. Оценка Инженерной книги

Каждая команда должна быть готова предоставить экспертам документацию по процессу проектирования и изготовления своего робота в бумажном виде. Документация оформляется способом, который наиболее удобен команде, в ней детально описывается весь процесс. Подробнее о требованиях к Инженерным книгам расскажем в главе 5 данного пособия.

Оценку Инженерных книг проводят эксперты, заполняющие бланки на каждую команду. Основные критерии оценки:

- Оформление;
- Описание стратегии и тактики игры команды;
- Конструирование робота;
- Представление алгоритмов работы робота и их программное обеспечение;
- Эффективность взаимодействия с другими командами и техническими специалистами.

За Инженерную книгу команде начисляется до 200 баллов, которые суммируются с баллами, набранными за заезды на поле, и, соответственно, учитываются в общем зачёте.



1.8. Собеседования в технической зоне

Все команды обязательно проходят собеседование с судьями, после чего каждая команда получает вторую специальную наклейку. Собеседование с командой длится не более 10 минут и проводится в технической зоне параллельно с заездами на поле.

На собеседование необходимо принести робота и распечатанный документ «Описание робота» (прикрепляемый при регистрации команды к заявке), дополненный описанием стратегии игры и крупными блок–схемами алгоритма, используемого роботом при выполнении задачи. По итогам собеседования команда получает баллы (до 70), которые в дальнейшем могут быть учтены, в частности, в качестве одного из критериев определения Абсолютного победителя. Эксперты оценивают, в первую очередь, самостоятельность при написании Инженерной книги и конструировании робота, а также распределение ролей в команде, избранную стратегию игры, инженерную компетентность – уровень общих знаний в технической области.

При вынесении итоговых решений по дополнительным номинациям также принимаются во внимание качество документа «Описание робота», достоинства и недостатки игровой стратегии, поведение участников команды на поле, надежность робота и многие другие параметры.



1.9. Финальная часть турнира и определение победителей

В первом раунде турнира участвуют все команды. Результаты заездов суммируются. Затем строится рейтинг команд по убыванию в соответствии с набранными баллами.

Если в турнире участвуют менее 16 команд, во второй раунд проходят 8 первых команд рейтинга. Если в турнире 16 и более команд, во втором раунде соревнований участвуют первые 12 команд рейтинга.

Во втором раунде каждая команда выполняет по два заезда с разных точек старта. Право выбора точки старта предоставляется непосредственно командам. Если в одном матче две команды выбрали

одну и ту же точку старта, преимущественное право выбора предоставляется команде с более высоким рейтингом.

По итогам заездов второго раунда составляется рейтинг, баллы за оба заезда суммируются. При этом баллы, полученные в первом раунде, не учитываются в сумме. Первые 8 команд рейтинга проходят в третий раунд соревнований. Заезды третьего раунда проводятся по той же схеме, что и во втором раунде. По итогам третьего раунда составляется рейтинг команд, по итогам которого первые 4 команды выходят в финал турнира.

Финальные заезды проводятся по той же схеме, что и заезды второго и третьего раундов.

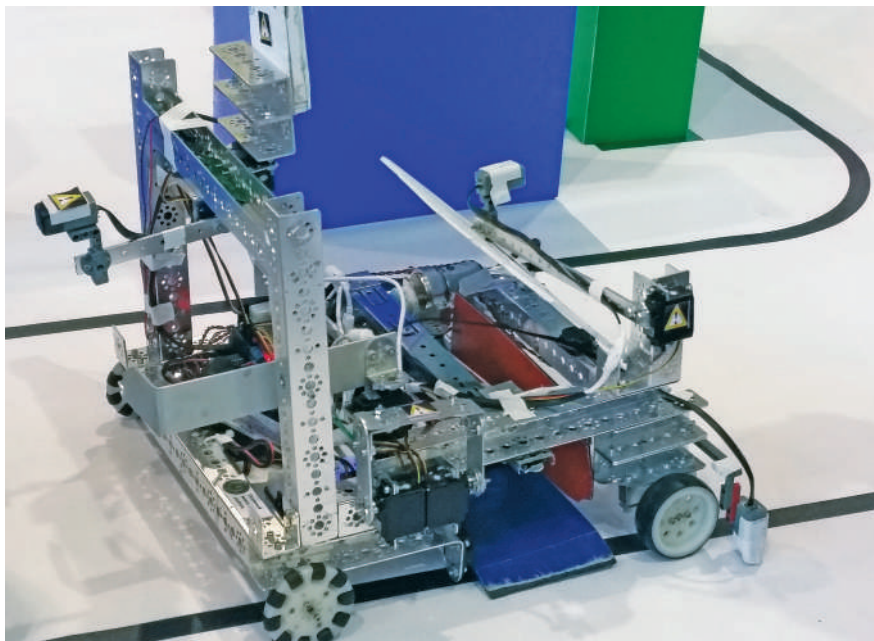
Победитель определяется по сумме баллов набранных в финальных матчах.

Абсолютный победитель определяется по сумме баллов, набранных в финальных матчах, а также баллов за Инженерную книгу, собеседование и оценку уровня инженерных компетенций.

Оргкомитет вправе назначать дополнительные номинации, например: «Системный подход» (всесторонне обоснована конструкция робота,

представлена чёткая стратегия поведения робота на поле), «Интеллект» (предприняты нестандартные и интересные ходы и решения при написании программного кода, использованы датчики, применена система распознавания образов).

Команды, не вошедшие в Топ–12 или Топ–8 команд рейтинга, разыгрывают «Приз жюри». Процедура заездов за «Приз жюри» определяется в заключительный день соревнований.



ГЛАВА 2

Компетенции AutoNet 14+



2

2.1. Каким «аршином» мерить базовые инженерные навыки?

2.2. Компетенция «Конструирование»

- Требования к компетенции;
- Формирование компетенции у участников команды.

2.3. Компетенция «Программирование»

- Требования к компетенции;
- Формирование компетенции у участников команды.

2.1. Каким «аршином» мерить базовые инженерные навыки?

С сезона 2018-2019 годов в AutoNet 14+ введен дополнительный критерий в оценке подготовки команд – проверка уровня компетенций участников в области конструирования и программирования роботов. Дело в том, что в данном соревновании разрешена любая открытая платформа для разработки как конструкции, так и программного обеспечения робота. Можно даже просто взять готового робота, привезти его на соревнования и выиграть. Но как же тогда определить, кто лучше умеет конструировать, как выяснить, в какой команде работает самый лучший программист, если все участники используют абсолютно разные системы?

Ответ очевиден: нужно поставить всех в равные условия и дать возможность решить одну и ту же задачу, применяя при этом классические, стандартизированные методы, общепринятые в профессиональной среде. Именно для этого и была введена проверка уровня компетенций. На этом этапе соревнования судейская коллегия сможет объективно оценить, насколько полно участники команды владеют базовыми инженерными навыками в сфере конструирования и программирования. В данной главе мы рассмотрим, какие знания требуются для того, чтобы успешно участвовать в соревновании компетенций.

2.2. Компетенция «Конструирование»

Конструирование – это *творческий* процесс воплощения идеи конструктора в виде объединенных в единое целое компонентов, обеспечивающих выполнение заданной функции или совокупности функций. В процессе создания робота для соревнования AutoNet 14+ командам предстоит сконструировать робота, способного выполнить задания миссии на игровом поле. Подробно миссии и основные узлы робота будут представлены в следующей главе пособия, а здесь мы рассмотрим, какие знания необходимо иметь и применять участникам команды непосредственно в процессе конструирования.

В начале предыдущего абзаца неспроста выделено слово «творческий». Когда речь идет о творчестве, то у экспертов, оценивающих работу команды, всегда возникают сложности: а как оценить творчество? Как его измерить? Эта задача сложна, поскольку в сорев-

новании AutoNet 14+ невозможно всех представленных роботов унифицировать по единому критерию.

Во-первых, напомним, что открытая платформа предоставляет участникам очень широкие возможности: можно собрать робота из чего угодно, или приобрести готовую конструкцию, или собрать комплекс из готовых компонентов... Подобный подход может поставить эксперта в тупик: конструкция прекрасно продумана, но как оценить работу конструктора?

Во-вторых, каждая команда выполняет определенные миссии на игровом поле, конструкции разрабатывались строго под выбранные стратегии и тактики, поэтому и роботы у всех состоят из разного количества приспособлений и устройств. Как в этом случае провести оценку затраченного труда и умений?

Для решения обозначенных проблем появилась компетенция «Конструирование». Ознакомимся с ее содержанием, представленном в регламенте:

Компетенция «Конструирование»:

Способность разрабатывать и проектировать конструкторские решения, разрабатывать схемы различных видов (кинематические, структурные, принципиальные), использовать инженерный опыт и стандартные типы механизмов и машин, производить простые проектировочные расчеты разрабатываемых приспособлений для различных прикладных задач в области конструирования и проектирования.

Остановимся здесь. Что означает понятие «конструкторское решение»? Это не волевое усилие конструктора в желании реализовать какое-то абстрактное действие. Конструкторское решение – это реально разработанный узел, точно спроектированная схема или готовый собранный механизм, предназначенный для решения конкретной инженерной задачи или ее фрагмента. К примеру, конструкторским решением является разработка конструкции рамы шасси, механизма манипулятора или электрической схемы робота для соревнования AutoNet14+.

К конструкторским решениям также относятся:

- **Структурная схема.** Представляет совокупность элементарных звеньев объекта и связей между ними. Выполняется в виде графической модели, отображающей звенья и связи между ними. Под элементарным звеном здесь подразумевается конкретный агрегат робота: шасси, манипулятор, накопитель и пр. Подробнее о структурной схеме робота расскажем в главе 3.
- **Кинематическая схема.** Представляет последовательность передачи движения от двигателя через передаточный узел к исполнительным механизмам машины и их взаимосвязь. Здесь изображают только те элементы машины или механизма, которые принимают участие в передаче движения (зубчатые колёса, ходовые винты, валы, шкивы, муфты и др.) без соблюдения точных размеров и пропорций.

- **Принципиальная электрическая схема.** Представляет графическое изображение (модель) связей между отдельными элементами электрического устройства, выполненное с помощью условных символов и буквенно-цифровых обозначений (пиктограмм).

Конструктор, как и любой инженер, разговаривает на языке стандартов, схем и формул. В этом и заключается соревнование в компетенции «Конструирование»: кто из участников команд лучше всех владеет начальными инженерными навыками в области разработки схематических решений? Ведь реализовать какую-то схему из различных комплектующих и деталей не составит труда. Куда сложнее именно *придумать*: а как должен выглядеть, и как должен работать тот или иной конкретный механизм?

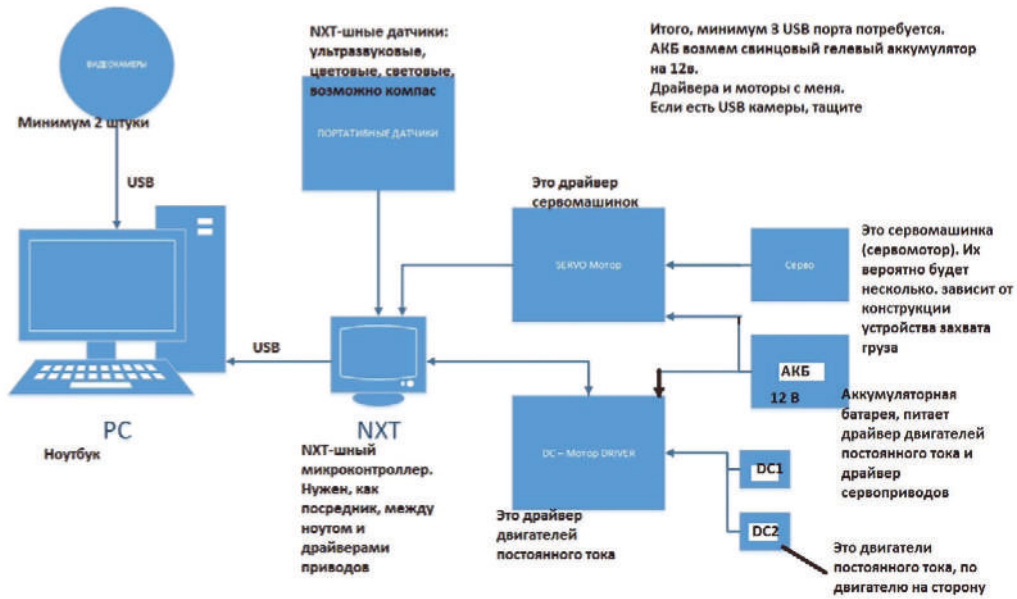
Разумеется, мы не будем рассматривать варианты реальных задач в данном пособии. Но, в общем случае, задача будет содержать примерно такой набор условий:

- имеется некий источник энергии или двигатель, у которого известны частота вращения выходного вала и развиваемый момент на выходном валу;
- представлен некий объект, известны его масса и линейные размеры;
- существует некая область, о которой известно ее расположение относительно объекта;

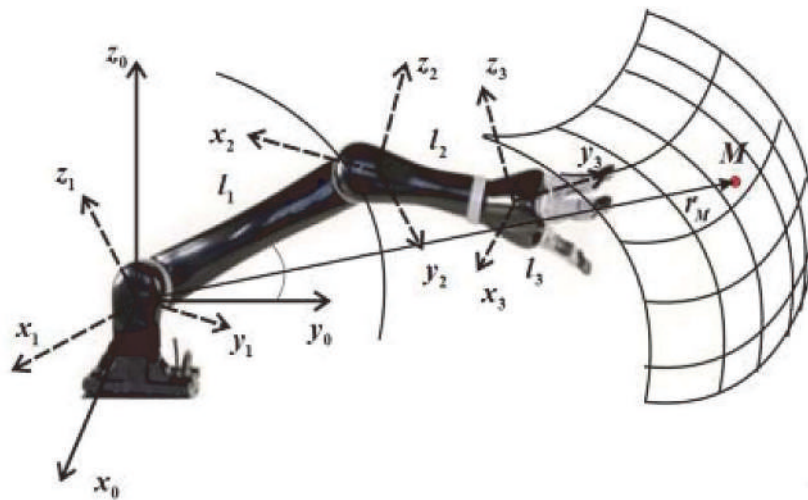
Предлагаемая задача: спроектировать механизм, при помощи которого объект может быть перемещен в заданную область посредством использования заданного двигателя.

В ходе решения этой задачи участникам *не требуется собирать* какую-либо конструкцию и, тем более, *не воплощать* ее в металле. Цель – представить разработанное решение в виде представленных выше различных схем, а также привести необходимые расчеты. К примеру, если вы проектируете зубчатый механизм, необходимо приложить расчет передаточного отношения и развиваемого усилия на выходном звене.

Структурная схема робота



Кинематическая схема манипулятора, которая была реализована:



Для успешного решения любой проектной задачи участник команды должен очень хорошо:

знать:

- Основные законы физики (механики): законы Ньютона, закон сохранения энергии – без знания фундаментальных законов невозможно реализовать ни одно конструкторское решение;
- Методы разработки принципиальных, структурных и кинематических схем проектируемых механизмов – знание необходимо, чтобы правильно изобразить схемы в процессе решения задачи;
- Вариативный подход к формированию возможных решений – конструктор никогда не будет рассматривать только одно решение, всегда существуют несколько вариантов;
- Основные типы передач, используемых в механизмах, их сферы применения и методы проектирования – без знания номенклатуры этих устройств невозможно спроектировать ни один механизм;
- Приемы построения эскизов, чертежей и технических рисунков стандартных деталей, разъемных и неразъемных соединений – знание необходимо, для профессионального исполнения конструкторской документации.
- Специальную терминологию, описывающую узлы, компоненты и характеристики проектируемых механизмов – это действительно важно для наработки компетенций, взаимопонимания в команде, общения с экспертами и судьями и т.д.;

уметь:

- Создавать принципиальные, структурные и кинематические схемы проектируемых устройств, механизмов и приводов – иначе не получится продемонстрировать судьям, экспертам и соперникам ваше победное решение;
- Точно выбирать наиболее эффективные исполнительные механизмы, определять и устранять простейшие неисправности, составлять технические спецификации – конструктор тщательно проанализирует все возможные варианты и выберет наилучший;

- Корректно изображать на схемах используемые типы передач – каждый тип механизма имеет свое условное обозначение, и его нужно уметь грамотно представить;
- Вовремя применять специальную общепринятую терминологию для описания решения задачи – следует привыкать к инженерному языку;

владеть навыками:

- выбора аналогов и прототипа конструкций при их проектировании – чтобы сравнить варианты между собой, нужно знать, на какие параметры нужно в первую очередь обращать внимание;
- проектирования типовых изделий, деталей и механизмов – важно уметь продемонстрировать комплексный подход и указать типы применяемых в решении изделий;
- проведения простых проектировочных расчетов различных типов передач (передаточное отношение, момент, мощность, скорость и пр.) – чтобы уметь проектировать узлы робота, необходимо владеть начальными навыками инженерных расчетов;
- составления рекомендаций по использованию предложенного конструкторского решения и (рабочие характеристики, безопасность, режимы работы и т.д.) – инженер не только проектирует машину, но и предусматривает ее сервисное обслуживание, правильную эксплуатацию и ремонт;
- оформления результатов решения задачи и принятия соответствующих решений – необходимо уметь представить результаты своей работы в доступном, понятном и выигрышном виде.

Пожалуй, это все, что вам потребуется для успешного участия в компетенции «Конструирование». И не забывайте: в основе всего лежит, прежде всего, *творчество!*

Именно полет вашей мысли позволит появиться на свет интересным идеям, которые вы в дальнейшем сможете воплотить в виде механизмов и машин!

2.3. Компетенция «Программирование»

Аналогичная ситуация наблюдается и при оценке умения участников разрабатывать и реализовывать алгоритмы управления роботом. Все команды используют разные системы и по-разному решают задачи соревнования. Отсюда и «плюрализм» в программировании: кто-то программирует нейронные сети, кто-то, возможно, приобретет готовый аппаратно-программный блок для распознавания, а кто-то знаком лишь с элементарными логическими действиями. Как определить, кто лучше остальных владеет программированием и разработкой алгоритмов?

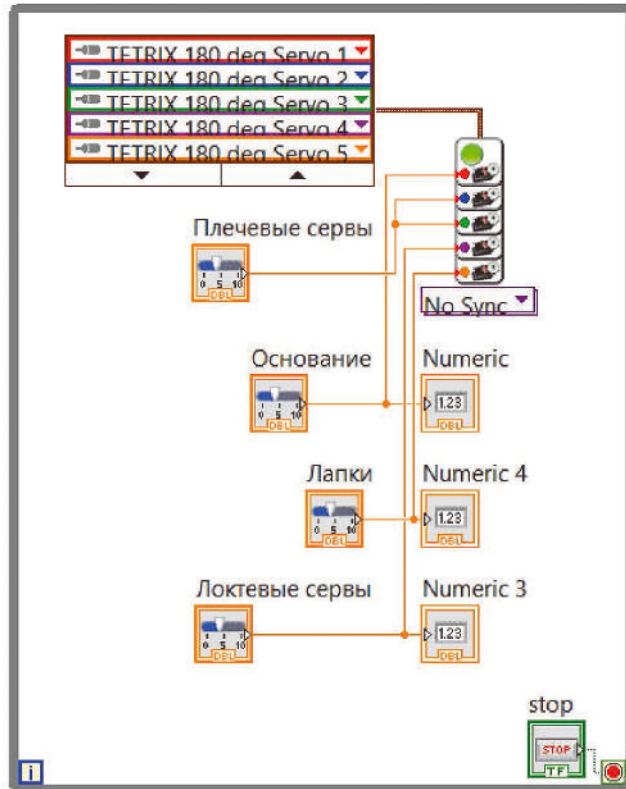
Решить эту задачу судьям и экспертам позволит оценка компетенции «Программирование». Ее цель: без привязки к конкретной среде или языку программирования определить, кто из участников лучше владеет навыками разработки алгоритмов и программ для решения конкретных задач. Будет оцениваться умение создавать на любом удобном для участника языке программирования конкретные программы, обеспечивающие правильные результаты при известных входных данных, при этом выполнение задачи должно быть стабильным, т.е. при неизменных входных параметрах выдаются те же самые выходные данные.

Приведем содержание компетенции, представленное в регламенте:

Компетенция «Программирование»:

Способность участвовать в разработке алгоритмического и программного обеспечения для решения прикладных задач с применением информационно-коммуникационных технологий и средств алгоритмизации, правильно выбирать основные и вспомогательные средства и методы для разработки алгоритмов и программного обеспечения.

Итак, фундамент любой программы – ее алгоритм. Необходимо уметь разрабатывать алгоритмы для решения различных задач, которые применимы к программированию и встречаются достаточно



часто. Например, поиск данных в массиве, сортировка данных и поиск по условию. Другими словами, в данной компетенции необходимо написать программу на компьютере, а именно: *представить логику работы*, выполняющей поставленную задачу, в виде алгоритма и предъявить решение при заданных входных тестовых данных.

Чтобы успешно пройти проверку компетенции «Программирование», участник команды должен очень хорошо:

знать:

- Содержание базовых понятий в области программирования;
- Операторы и управляющие конструкции сред программирования, основные принципы объектно-ориентированного программирования;
- Средства объектно-ориентированного програм-

мирования, используемые в средах программирования;

- Методы построения алгоритма решения задачи в зависимости от уровня сложности и написания программы по разработанному алгоритму;
- Методы редактирования и отладки программы;
- Способы работы с визуальными учебными средами;
- Особенности сред программирования применительно к этапам разработки компьютерных программ (создание проекта, разработка алгоритма, разработка программы, тестирование, отладка);

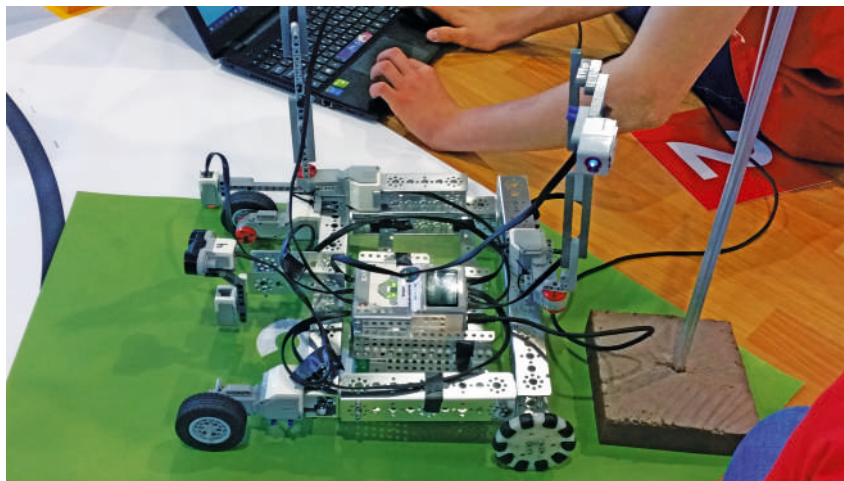
уметь:

- Решать задачи, используя различные методы разработки алгоритмов и выбирая наиболее подходящие алгоритмы и средства их реализации в зависимости от постановки задачи;
- Разрабатывать программные продукты различной степени сложности на языке программирования высокого уровня с использованием основных управляющих конструкций и стандартных типов данных;

владеть навыками:

- разработки и анализа алгоритмов, программ для решения задач, исследования их свойств;
- применения методов и инструментальных средств разработки программ разной степени сложности на языках программирования высокого уровня, их тестирования и отладки;
- самостоятельного решения задач с помощью компьютеров, изучения новых прогрессивных средств разработки программ.

Следуя этим нехитрым рекомендациям, вы наверняка сумеете показать неплохой результат при оценке компетенций. Но, самое главное, сможете изучить, узнать реально что-то новое, постараться разобраться в этом и использовать в дальнейшем для своего профессионального роста! И даже если вы не собираетесь участвовать в оценке компетенций, в любом случае ознакомьтесь с изложенными в данной главе рекомендациями и постарайтесь воспользоваться ими как в процессе создания робота, так и в дальнейшем на избранном вами (надеюсь, навсегда) инженерном пути!



От кульмана и ватмана – к 3D-технологиям и дополненной реальности



3

- 3.1. Как рождается оптимальная конструкция модели – участника будущих соревнований: задачи и решения**
- 3.2. Основные принципы конструирования**
- 3.3. Структура робота AutoNet 14+**
- 3.4. Конструирование рамы. Типы приводов**
- 3.5. Захватные устройства**
- 3.6. Прочие компоненты робота**

3.1. Как рождается оптимальная конструкция модели – участника будущих соревнований: задачи и решения

Итак, вы приняли решение участвовать в соревнованиях AutoNet 14+.

Добро пожаловать! Но сначала вам потребуется сделать первый шаг: спроектировать и собрать робота. Как это сделать, с чего начать, что необходимо учесть, чтобы устройство оказалось надежным и выигранным? Об этом и расскажем в третьей главе.

Прежде всего, следует четко определиться: что должен делать ваш робот, какие действия выполнять, какую стратегию на игру вы хотите применить? От этого будут зависеть не только ваш ожидаемый результат на поле, но и конструкция робота. Стратегию следует выстраивать, ориентируясь на регламент: нужно выбрать именно те миссии, которые позволят вашему роботу достичь максимального результата. А уже в соответствии со стратегией можно определить структуру робота, его со-

став, и перейти непосредственно к проектированию и сборке.

Чтобы максимально полно описать процесс создания робота, предположим, что мы с вами проектируем такого робота, который будет выполнять абсолютно все миссии на игровом поле, а именно:

- передвигаться по дорогам и преодолевать перекрестки;
- распознавать адреса и светофоры;
- захватывать и выгружать грузы;
- выполнять оба вида парковки.

Не страшно, если на практических заездах ваш робот сразу не сможет выполнить абсолютно все. Как гласит китайская мудрость, «дорога в тысячу ли начинается с первого шага». Выбирайте то, что отвечает вашей стратегии и вашим возможностям, но всегда стремитесь к максимуму!

3.2. Основные принципы конструирования

Прежде, чем заняться непосредственно проектированием нашего робота, нужно сформулировать несколько правил, которые помогут создать наиболее эффективную конструкцию. Назовем их *принципы конструирования*:

Первый принцип: проектирование каждого компонента робота начинается с обзора и анализа существующих вариантов. В самом деле, изобрести что-то принципиально новое вряд ли удастся, поэтому необходимо изучить инженерный опыт и решения, созданные ранее. В ходе анализа необходимо ответить на следующие вопросы: как такую задачу решали раньше, какие варианты можно применить

в работе, в чем преимущества и недостатки каждого варианта? Последний вопрос наиболее важен: чем более глубокий и разносторонний поиск удастся провести, тем выше шанс найти правильное решение. Целесообразно сопоставлять рассматриваемые варианты по одинаковым критериям. К примеру, при проектировании шасси наиболее важными критериями будут скорость, устойчивость и маневренность. Гусеничное шасси медленнее колесного, а трехколесное менее устойчиво, чем четырехколесное. Составление сравнительной таблицы позволит наиболее объективно оценить особенности каждого варианта и принять верное решение.

Второй принцип: при проектировании компонентов робота необходимо обеспечивать выполнение показателей качества. Да, проектирование робота для AutoNet 14+ – это не просто игра в конструктор: здесь уже требуется иной подход. Нужно уметь определять и рассчитывать ключевые показатели, которые характеризуют качество робота. К примеру, для манипулятора одним из самых важных параметров является грузоподъемность. Исходя из ее величины, рассчитывается мощность приводов манипулятора, по которой затем выбирается конкретная модель.

Третий принцип: принимаемые конструкторские решения должны быть функционально целесообразны. Это означает, что в процессе проектирования выбирать нужно такие варианты, чтобы требования к качеству выполнялись без лишних затрат. Например, использование массивных стальных деталей в конструкции рамы для робота AutoNet 14+ явно ошибочно. Да, рама получится прочной и надежной, но робот окажется громоздким, тяжелым и неповоротливым. В результате будут быстрее разряжаться аккумуляторы и теряться драгоценное время в тренировках и заездах. Другой пример – расположение хрупких деталей в местах возможного контакта с другим роботом. Если установить камеру в передней части робота и не предусмотреть ее защиту, высок риск повреждения в результате столкновения с другим роботом.

Четвертый принцип: обеспечение ремонтпригодности и удобства работы с роботом. Соревнования – это всегда неизбежные столкновения с разного рода трудностями и проблемами. Если на тренировках дома у вас все получалось отлично, это не значит, что на соревновательной площадке все пройдет как по маслу. В любой момент могут возникнуть какие-

то неполадки, поломки или просто возникнет новая идея, как улучшить робота. В таких случаях необходимо максимально быстро получить доступ ко всем компонентам робота с минимальной его разборкой: чем быстрее устранить неполадки, тем больше времени останется на тренировки и тем выше шанс достижения высоких результатов. Поэтому не следует загромождать робота. Старайтесь размещать все его компоненты так, чтобы при необходимости можно было быстро и без лишних усилий до них добраться.

Пятый принцип: робот должен быть безопасен. Безусловно, речь не только о том, что он не должен загораться, взрываться или причинить повреждения другим участникам. В процессе проектирования необходимо предусмотреть все возможные ситуации, когда ваш робот может кому-то повредить, и обеспечить надежную защиту для их предотвращения. К примеру, устройство должно быть снабжено единым выключателем питания, который хорошо виден и легко доступен: если что-то пойдет не так, всегда можно будет его остановить. На наружной поверхности не должно быть острых граней, чтоб никто не мог пораниться. Электрические компоненты робота надежно изолируют. Движущиеся механические узлы – передачи, валы, рычаги – следует закрыть защитными экранами, чтобы никому из участников или судей не нанести травму. Принцип безопасного использования должен закладываться еще в самом начале проектирования – и не в робота, а в умы тех, кто его строит.

Вот такие нехитрые, но действенные и полезные правила помогут вам создать хорошего робота, который сможет показать достойный результат на соревнованиях. И поскольку теперь понятно, как именно следует правильно строить робота, то самое время посмотреть, из чего же он должен состоять.

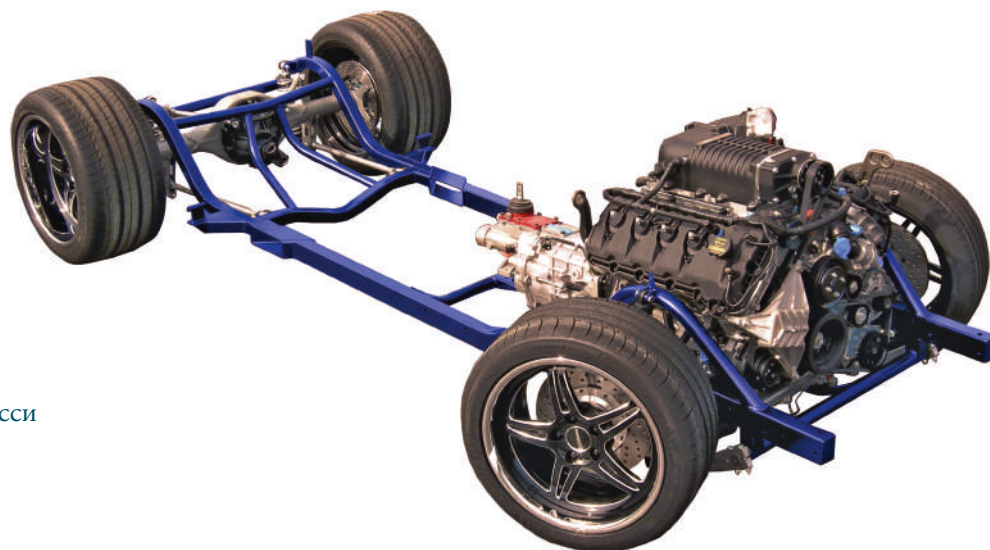


Рис. 3.1. Пример шасси

3.3. Структура робота AutoNet 14+

Как было уже сказано ранее, планируем, что наш робот будет выполнять на игровом поле все миссии, описанные в регламенте. А для того, чтобы успешно осуществить эти миссии, роботу необходимы различные механизмы и устройства. Попробуем разобраться, что и как понадобится спроектировать.

Первая и главная задача робота – передвижение по игровому полю. Роботу необходимо ездить по дорогам, преодолевать повороты, перекрестки, поворачивать и разворачиваться. То есть робот должен быть мобильным. Для мобильного робота обязательным и наиболее важным компонентом является шасси.

Шасси – это сборный агрегат, в состав которого входят привод и рама. Привод включает в себя двигатель и трансмиссию. Двигатель – устройство, которое преобразует энергию, поступающую от источника, в полезную работу по перемещению шасси. Трансмиссия – это узел, состоящий из различных механизмов и передач, обеспечивающий передачу крутящего момента от двигателя к рабочему органу шасси, отвечающему за его перемещение: колесам, гусеницам, шнекам, ногам и прочим. На раму шасси устанавливаются все оборудование робота: привод, источники энергии (аккумуляторы), датчики, контроллеры, различные исполнительные механизмы. Пример шасси представлен на рисунке 3.1 (источник: www.autopressreleases.com).

Следующая миссия, которую должен выполнять наш робот – захват грузов со склада и выгрузка их по нужному адресу. Для выполнения этого задания потребуются проектирование целой системы устройств. Назовем ее системой загрузки–выгрузки грузов. В ее состав должны входить, как минимум, три структурных единицы для обеспечения основных функций при выполнении миссии: захват груза, удержание груза в процессе движения и выгрузка в точке назначения. Конструктивно все эти единицы могут быть выполнены в виде единого агрегата, тем не менее, важно обеспечить точное и качественное выполнение именно этих трех функций.

Захват грузов осуществляется посредством грузозачного устройства. Оно может представлять собой различные виды механизмов и устройств, но основная его цель – переместить груз со склада на поверхность робота. Говоря технологически, требуется выполнить манипулирование грузом. Устройство, которое предназначено для манипулирования какими-либо предметами, называется манипулятором. Поэтому в нашем случае грузозачное устройство мы будем называть манипулятором. В состав манипулятора, независимо от его конструкции, обязательно входят приводы – двигатели, обеспечивающие движение звеньев – твердых тел, соединенных между собой подвижными соединениями. Также на манипуляторе должен быть предусмотрен захват – устрой-

ство, обеспечивающее фиксацию и удержание груза при его размещении на поверхности робота. Пример манипулятора представлен на рисунке 3.2 (источник: cenaskidki.ru).

Манипулятор должен осуществить процесс загрузки таким образом, чтобы грузы удерживались на роботе до момента выгрузки. Для этих целей на роботе должен быть предусмотрен накопитель – некая площадка или емкость, где будут находиться грузы при передвижении робота. Проектировать накопитель нужно так, чтобы грузы, уложенные в накопитель, не соприкасались с игровым полем. В противном случае вы не только не заработаете очков за захват грузов, но еще и получите штраф за их утерю.

Выгрузка грузов из накопителя осуществляется устройством выгрузки. Подобно манипулятору, устройство выгрузки может быть выполнено в виде различных механизмов и конструкций. Его задача – обеспечить своевременное перемещение грузов из накопителя в зону выгрузки перед домом так, чтобы они полностью оказались в этой зоне.

Следующая миссия, которую робот должен безупречно выполнить – распознавание сигналов светофора, дорожной разметки и адресов домов. Конечно, это в большей степени относится к разработке алгоритмов и программированию робота, но, тем не менее, и с точки зрения конструкции здесь есть о чем подумать. Многие будут зависеть от выбора команды конкретных вариантов сенсорных систем.

Существуют два основных пути. Если команда планирует использовать для распознавания

датчики, то для всех датчиков, которые собираются использовать команда, необходимо спроектировать кронштейны и места установки. Тут важно учитывать два основных момента. Во-первых, датчики, впрочем, как и любые другие компоненты робота, не должны создавать каких-либо помех роботу команды-соперника. Например, они не должны нависать над полосой встречного движения. Во-вторых, не все задачи можно решить с помощью только жесткой установки датчиков. Скажем, распознавание линий разметки или стоп-линий не требует перемещения датчиков. Но чтобы распознать сигнал светофора, понадобится разработка некоего устройства, которое обеспечит позиционирование датчика перед соответствующей секцией светофора. Для этого предстоит спроектировать кронштейн на каком-либо приводе, линейном или вращательном, чтобы робот мог задействовать датчик только для распознавания сигнала светофора. В остальное время он не должен мешать движению робота, для чего

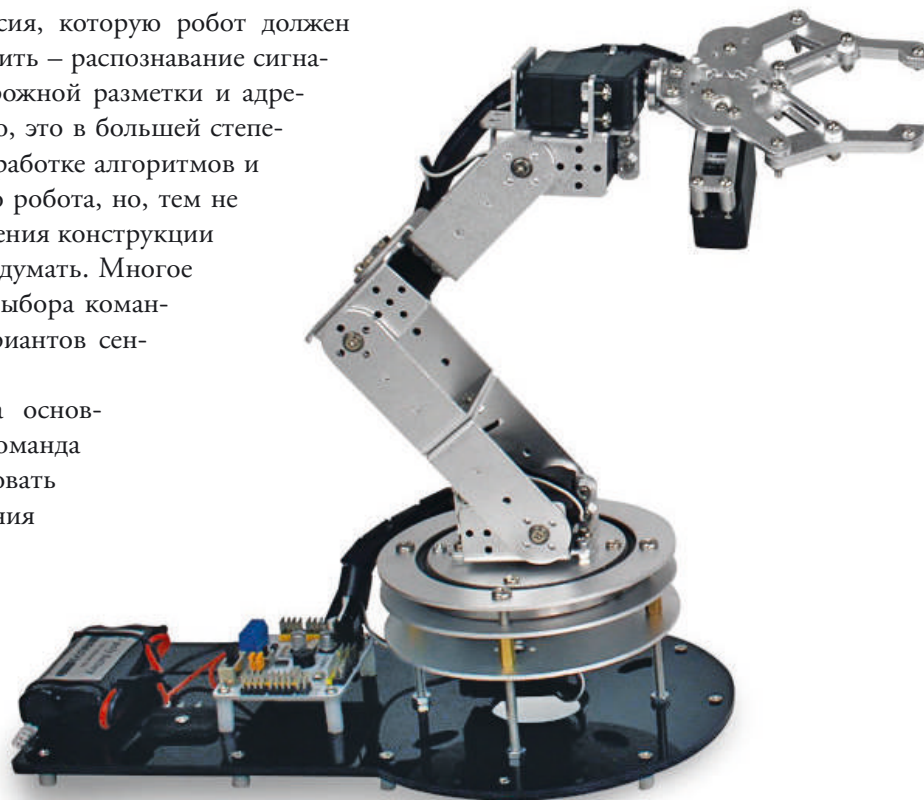


Рис. 3.2. Пример манипулятора.

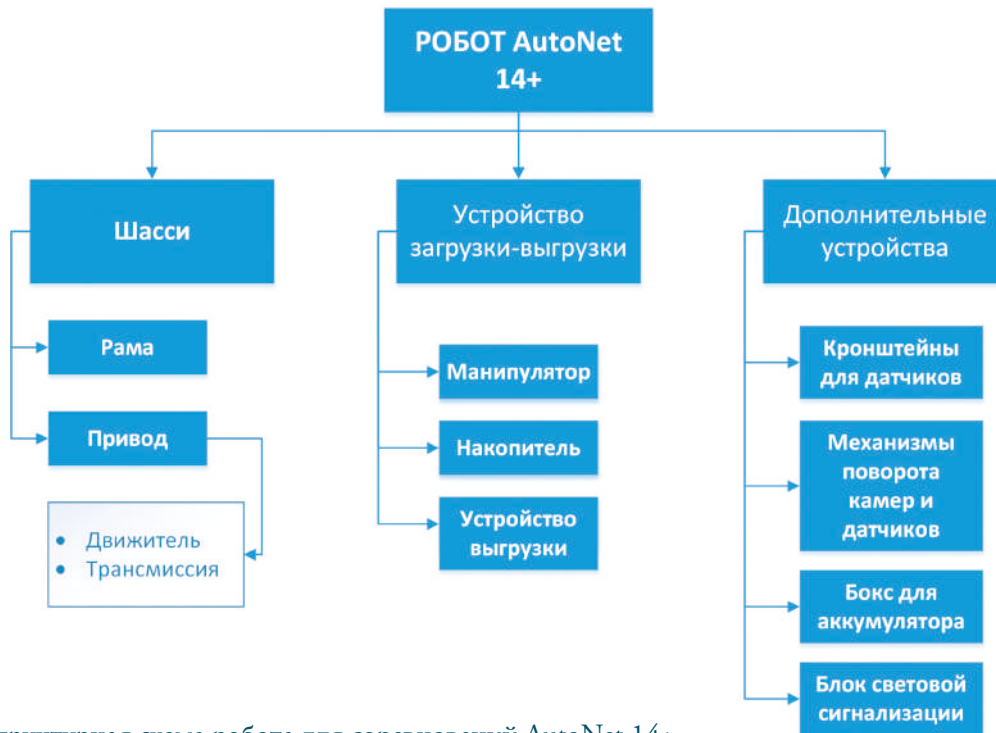


Рис. 3.3. Структурная схема робота для соревнований AutoNet 14+.

следует предусмотреть его размещение в конкретном месте на раме робота.

Второй путь – использование для распознавания разметки и сигналов светофора видеокamer. В этом случае камера для распознавания дорожной разметки должна располагаться как можно выше – так можно обеспечить максимальный обзор участка дороги и корректировку курса движения робота. Учитывая ограничение стартовых размеров робота, необходимо продумать конструкцию опорного кронштейна камеры для контроля разметки таким образом, чтобы в процессе движения кронштейн раскладывался, и камера занимала наиболее высокое положение. Для распознавания сигналов светофора и адресов могут быть использованы отдельные камеры. Однако распознавание светофора требуется только при приближении к перекрестку, регулируемому светофором. В это время нет необходимости распознавания адресов, поскольку на перекрестках нет домов. Значит, исходя из принципа функциональной целесообразности, для этих двух задач достаточно использования одной камеры. А для того, чтобы одновременно обеспечить распознавание и сигналов светофора, и адресов домов (их номера

ориентированы перпендикулярно светофору), необходимо просто спроектировать и установить механизм поворота камеры.

Еще одним компонентом, необходимым для выполнения миссии распознавания, является сигнализация. Когда робот находит нужный дом, он обязан подать звуковой или световой сигнал. Для этого необходимо разработать устройство, которое обеспечит подачу сигнала, хорошо слышного судьям на поле. Поэтому важно расположить блок сигнализации таким образом, чтобы он не закрывался другими узлами и механизмами робота.

Завершая рассказ о составе робота, представим его структуру в виде схемы как совокупность иерархических уровней, на каждом из которых выстроен определенный порядок детализации устройств и механизмов робота (рис. 3.3). Функциональное исполнение отдельных блоков может несколько отличаться от структурного, но в общем случае робот должен состоять именно из таких компонентов.

Далее рассмотрим варианты функционального исполнения компонентов робота более подробно.

3.4. Конструирование шасси. Типы приводов

Как уже отмечалось, шасси является основным компонентом мобильного робота. При его проектировании необходимо учитывать много параметров и обеспечивать сразу несколько выходных характеристик. Кажется, что это вовсе не проблема: ну что может быть проще, чем собрать раму из конструктора и прикрепить к ней моторы с колесами?

На самом деле задача проектирования шасси не так уж проста. Прежде чем перейти к ее решению, следует составить список требований и характеристик, выполнение которых обязательно. А именно:

Тип привода. В зависимости от того, какой тип движителя будет использован в приводе, необходимо соответствующим образом подобрать компоненты управления, а также элементы трансмиссии, чтобы исключить перегрузки. Сюда же относится и колесная формула привода.

Маневренность. Робот для соревнования AutoNet 14+ – это мобильная платформа, значит, он должен быть в достаточной степени маневренным, чтобы проходить повороты на поле и преодолевать препятствия, в том числе и разворачиваться на них.

Грузоподъемность. Вполне вероятно, что в качестве управляющего центра робота будет решено использовать ноутбук или компьютер, а это значительная нагрузка на раму и привод шасси. Следовательно, в процессе проектирования шасси необходимо предусмотреть достаточный запас мощности привода.

Конструктивная надежность. Рама шасси должна выдерживать воздействующие на нее нагрузки без деформаций и поломок. Поэтому в ее конструкции необходимо наличие упрочняющих элементов.

Удобство сборки и расположения компонентов. Это требование – один из основных принципов конструирования. Робот AutoNet 14+ не просто рама на колесах, но совокупность нескольких устройств и систем, и в процессе конструирования необходимо продумать их оптимальное взаимное расположение.

В качестве движителей в роботах AutoNet 14+ используются электромоторы – как правило, это двигатели постоянного тока (ДПТ). Они просты в управлении, довольно неприхотливы в использо-

вании. Но у них есть несколько недостатков и особенностей, которые нужно учитывать.

Во-первых, обычно ДПТ не имеют обратной связи, т.е. нет возможности отследить положение (угол поворота) выходного вала. В то же время наличие ДПТ с обратной связью позволит корректировать плавность и прямолинейность движения робота.

Во-вторых, существует еще один момент, на который следует обращать внимание: номинальные и максимальные значения электрических характеристик двигателя. В частности, необходимо учитывать максимальный ток двигателя и сопоставлять его с тем контроллером, которым двигатель будет управляться. В том случае, если максимальный ток двигателя больше максимального тока драйвера (контроллера), последний попросту сгорит.

Подобная ситуация и с напряжением. Если номинальное значение напряжения для ДПТ окажется ниже того, что выдает контроллер, то двигатель будет работать в запредельных скоростных режимах, что непременно скажется на его ресурсе и, в конечном счете, приведет к его сгоранию. И, наоборот: если выходное напряжение драйвера окажется ниже, чем номинальное напряжение ДПТ, прирост мощности будет достигаться увеличением тока, что в итоге может привести к выходу из строя одного из компонентов.

Помимо ДПТ, в качестве привода может также использоваться шаговый двигатель (ШД). Это бесколлекторный электродвигатель с несколькими обмотками, в котором ток, подаваемый в одну из обмоток статора, вызывает фиксацию ротора. Последовательная активация обмоток двигателя вызывает дискретные угловые перемещения (шаги) ротора. Преимущество ШД перед ДПТ заключается, прежде всего, в том, что управление ШД более точное: фиксация ротора в процессе работы позволяет избежать инерции. Кроме того, точность достигается и за счет дискретного управления.

Но у данного типа двигателя есть недостатки. Как и ДПТ, у ШД нет собственной обратной связи. Можно, конечно, считать шаги и тем самым определять положение выходного вала, а, следовательно,

ребро жесткости

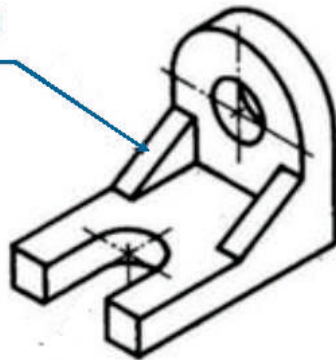


Рис. 3.4. Ребро жесткости

и колеса. Но есть и другая проблема: при превышении допустимой нагрузки ротор начинает «проскальзывать» – пропускать шаги. И заметить пропуск шага без датчиков обратной связи – энкодеров – невозможно. Вдобавок, управление ШД сложнее, чем у ДПТ и требует дополнительных модулей управления, а также специальных программных средств.

В качестве двигателя также может быть использован сервопривод – это ДПТ, оснащенный датчиком обратной связи и собственной платой управления. На эту плату подаются импульсные сигналы от контроллера, которые обеспечивают точный поворот выходного вала сервопривода на заданный угол. Управлять таким приводом довольно просто – существует большое количество программных модулей управления для различных контроллеров. Но использование данного типа двигателя в качестве привода шасси нецелесообразно: во-первых, сервоприводы чаще всего не обеспечивают полнооборотного вращения (обычно только в диапазоне 90°–359°), во-вторых, большинство сервоприводов маломощные и не обеспечат грузоподъемность шасси, а мощные сервоприводы, как правило, довольно дорогие.

Таким образом, наиболее подходящим типом привода для шасси является ДПТ, а шаговые двигатели и сервоприводы лучше применять при проектировании манипулятора.

Безусловно, рама шасси должна обеспечивать достаточный запас надежности и прочности. Поэтому



Рис. 3.5. Траверса

в ее конструкции необходимо применять упрочняющие элементы. К ним относятся:

ребро жёсткости – часть конструкции в виде бруса, балки, профиля, усиливающая жёсткость всей конструкции. Пример ребра жесткости представлен на рис. 3.4 (источник: infourok.ru);

траверса – элемент конструкции в виде горизонтальной балки, опирающейся на вертикальные опоры или подвешенной, также повышающей жёсткость конструкции. Пример траверсы приведен на рис. 3.5 (источник: www.westkran.ru).

При проектировании рамы необходимо также учитывать расположение управляющего контроллера или компьютера. Если в качестве управляющего блока используется небольшой одноплатник (например, Raspberry Pi), то разместить его не составит труда. Но в случае с использованием ноутбука лучше предусмотреть его расположение на раме робота. Наиболее подходящее место – в верхней части робота. Для этого необходимо спроектировать пространственную раму, пример которой представлен на рис. 3.6.

В пространстве под платформой для ноутбука (если он используется) на раме устанавливаются остальные компоненты робота.

Внимание: проектировать робота лучше всего сначала на компьютере с использованием CAD-программ!

В этом случае вы сможете быстро и легко корректировать формирование конструкции и вносить изменения в свой проект, не прибегая к постоянной ручной сборке и разборке робота.

3.5. Устройства загрузки и выгрузки

Если в случае с шасси создаваемая конструкция достаточно типовая и мало чем будет отличаться от других роботов, то здесь простор для творческой инженерной мысли! Манипулятор, накопитель и устройство выгрузки – те самые компоненты робота, при проектировании которых хороший конструктор может проявить себя в полном блеске. Дать здесь какие-то конкретные рекомендации по наилучшим схемам невозможно. Поэтому расскажем об этапах, которые необходимо выполнить, чтобы спроектировать максимально эффективную систему загрузки–выгрузки.

Прежде всего, необходимо составить основные технические требования к системе. Перечень может быть, например, таким:

Состав системы. Будут ли это три отдельных устройства или одно комплексное?

Грузоподъемность. Сколько грузов должен захватывать манипулятор, и какая мощность потребуется для этого?

Тип приводов. Какие типы приводов использовать, чтобы одновременно обеспечить точность захвата грузов и наибольшую грузоподъемность?

Вместимость. Сколько грузов должна вмещать система?

Ответ на первый вопрос самый многозначный и требует по-настоящему творческого подхода. За время существования соревнования AutoNet 14+ команды предлагали разнообразные конструкции захватных устройств. Был и однорукий агрегат, и двурукий, и манипулятор с тремя захватами для забора сразу трех грузов...

Каждая система по-своему хороша. Но в любом случае, какой бы вариант вы ни выбрали, начинать проектирование необходимо с построения кинематической схемы манипулятора. Кинематическая схема показывает последовательность передачи движения от двигателя через передаточный механизм

к звеньям манипулятора. На ней изображают сами звенья и их соединения – подвижные и неподвижные. Пример кинематической схемы приведен на рис. 3.7 (источник: studfiles.net).

Выполнив кинематическую схему, можно переходить к расчету грузоподъемности. Это несложно: зная массу одного груза (размеры груза 50x50x100 мм, материал – сосна) и количество одновременно захватываемых грузов, можно рассчитать, на какую массу должен быть рассчитан манипулятор. Затем, зная длину плеча манипулятора, рассчитаем момент силы, который необходимо будет обеспечить для подъема груза.

Исходя из величины момента и бортового напряжения робота, подбираем приводные двигатели. Поскольку для захвата грузов требуется точность, то здесь целесообразно использование сервоприводов. Будьте внимательны: подбирайте модель сервопривода с учетом его мощностных характеристик!

Подобрав привод для манипулятора, далее займемся проектированием накопителя и устройства выгрузки. По сути, накопитель – некоторая полость, своеобразный багажник, куда манипулятор должен сложить грузы. Размещать его необходимо в зоне досягаемости манипулятора, при этом грузы должны надежно удерживаться в накопителе во время движения. Целесообразно, чтобы сам манипулятор удерживал грузы в накопителе, предохраняя их от падения.

Устройством выгрузки может быть как сам манипулятор, так и сам накопитель – к примеру, если накопитель выполнен в виде конвейерной ленты (рис. 3.8). Возможна схема, когда выгрузка осуществляется самостоятельным устройством – к примеру, толкателем (рис. 3.9). Вообще, любая схема может быть применима – фантазируйте и конструируйте!



Рис. 3.6. Схема пространственной рамы робота с платформой для ноутбука

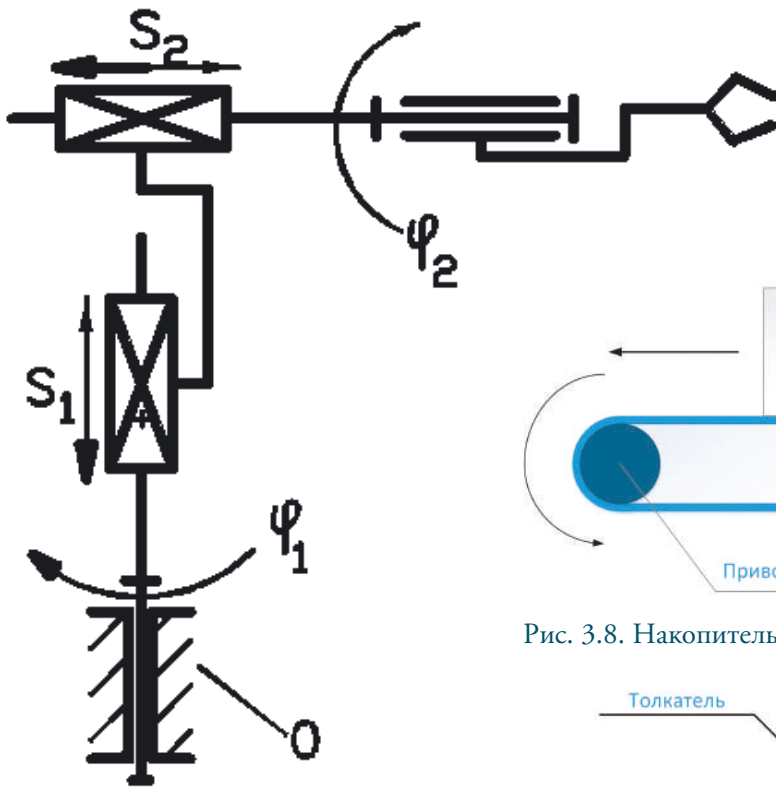


Рис. 3.7. Кинематическая схема манипулятора

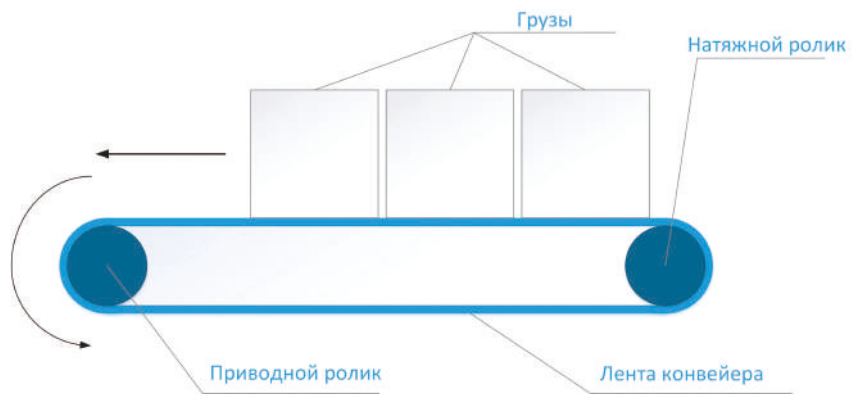


Рис. 3.8. Накопитель конвейерного типа

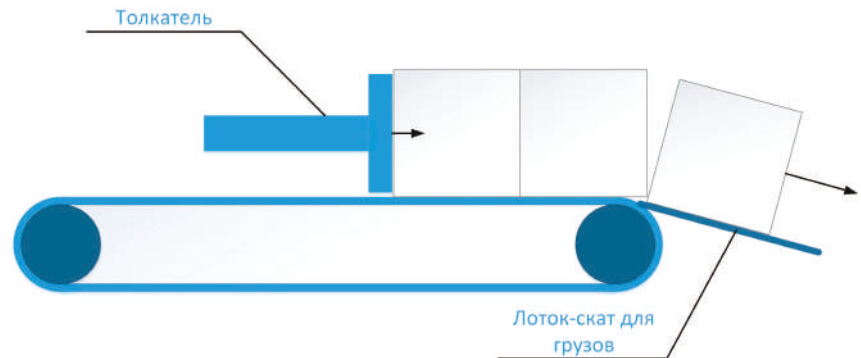


Рис. 3.9. Схема выгрузки грузов с толкателем

3.6. Прочие компоненты робота

Сюда можно отнести кронштейны для камер, датчиков, а также устройство сигнализации и бокс для аккумуляторной батареи.

Опять же, дать строгие рекомендации, что «нужно делать только так и вот так», совершенно невозможно, да и нецелесообразно – полет инженерной мысли никто не отменяет. Поэтому ограничимся некоторыми полезными практическими советами.

При размещении датчиков на роботе рекомендуем устанавливать их в корпуса. Часто для датчиков существуют штатные боксы, но не всегда есть возможность их приобрести. Поэтому смело проектируйте на компьютере собственные корпуса и распечатывайте их на 3D-принтерах, но не забывайте о том, что в корпусе должны быть предусмотрены отверстия для его крепления на раме робота, для установки самого датчика и входы для сигнальных проводов.

Не допускайте контакта плат и контактов датчиков с рамой: робот может накопить статическое электричество и в определенный момент «разрядиться» в датчик. Кроме того, контакт датчика с металлическими поверхностями может вносить помехи в сигнал, что приведет к ошибкам.

Видеокамеры располагайте в местах, защищенных от возможного контакта с другими роботами и игровыми элементами, чтобы не допустить их смещения, поворота или повреждения. Учитывайте угол обзора камеры и возможности фокусировки при расположении ее на раме робота.

Блок световой сигнализации располагайте так, чтобы он был виден судьям и персоналу поля, но при этом не засвечивал камеры и датчики.

Максимально надежно выполняйте изоляцию электропроводов!

Аккумулятор также следует размещать в защищенных от контакта с другими роботами и игровыми элементами местах. При этом необходимо обеспечить быстрый доступ к нему, чтобы иметь возможность быстрой замены в случае его разрядки или повреждения.

Не забывайте защищать кожухами узлы передач, будь это зубчатые, ременные, цепные или любые другие. Достаточно прикрыть их листом пластика или картона. Защита передач необходима во избежание случайных травм и попадания в них проводов.

Провода не должны провисать и болтаться, фиксируйте их стяжками на раме робота или его компонентах.

А теперь самое главное – не бойтесь экспериментировать! Любая, даже на первый взгляд, самая фантастическая идея может оказаться выигрышной, поэтому пробуйте, дерзайте, но – проверяйте! И помните: прежде, чем отрезать, нужно семь раз отмерить. Внимательно анализируйте каждое решение, не стесняйтесь конструктивно критиковать товарищей по команде, правильно воспринимайте критику в свой адрес, терпеливо и тщательно выявляйте и устраняйте возможные неполадки – и вы обязательно создадите такого робота, которым будете гордиться!

Хитрости программирования: как сделать так, чтобы все получилось



4

4.1. Как устроен «мозговой центр» робота?

4.2. О датчиках, тонкостях управления и точном движении

4.3. Управление движением робота: по разметке разными способами

4.4. Обнаружение грузов

4.5. Распознавание адреса: подходы и методы, в том числе датчиками и камерами

4.1. Как устроен «мозговой центр» робота?

Для того чтобы победить в соревновании, мало собрать идеального робота. Необходимо сделать так, чтобы он выполнял свои функции на поле, а это уже задача системы управления – «мозгового центра» робота. Разумеется, система управления включает в себя не только компьютер или контроллер – это только верхушка айсберга. Компьютер является «головным мозгом» робота – именно здесь осуществляется оценка поступающей информации и принимаются решения о последующих действиях робота в соответствии с алгоритмом. Как и у человека, у робота должны быть «органы чувств», которые позволяют контролировать происходящее вокруг него, принимать решения и ориентироваться в пространстве. Для этого робота нужно оснастить различными датчиками и сенсорными системами. А чтобы выполнять практические действия, роботу необходим «спинной мозг» – своеобразный мост между компьютером и исполнительными механизмами робота. Именно об этих компонентах – датчиках, драйверах, интерфейсах и управляющих компьютерах пойдет речь в данной главе.

Прежде чем перейдем к описанию датчиков для робота, необходимо понять, из чего будет состоять система управления и какое место в ней будет занимать программа. Причем, какого бы робота ни строили, качество выполнения им миссий и заданий на поле зависит от того, какие методы и алгоритмы лежат в основе его работы, как они будут реализованы, на каком уровне и каким образом будут взаимодействовать компоненты системы управления между собой. Поэтому необходимо представить всю систему управления целиком, хорошо знать ее состав и структуру.

В общем случае структура любой системы управления включает три иерархических уровня (рис.4.1).

На нижнем уровне осуществляется сбор данных о состоянии всех компонентов робота, а также об окружающей робота обстановке. Основные компоненты здесь – разнообразные датчики и сенсорные системы. Датчики могут быть как элементарными (например, кнопки или датчики конечного положения), так и сложными, осуществляющими предварительную обработку информации (например, камеры или лазерные дальномеры). Кроме того, к нижнему уровню также принадлежат исполнительные механизмы: двигатели, сервоприводы, устройства сигнализации и т.д. Их задача – осуществлять движение робота.



Рис. 4.1. Структура системы управления робота

Второй уровень системы управления называется исполнительным. На нем осуществляется дополнительная обработка информации с датчиков – фильтрация и синхронизация, а также управление исполнительными механизмами, отсюда и название уровня. Сюда относятся всевозможные фильтры, сумматоры, контроллеры нижнего уровня для двигателей постоянного тока, сервоприводов, шаговых двигателей – словом, все устройства, которые обеспечивают аппаратную связь нижнего уровня с верхним, стратегическим.

Верхний уровень, как правило, это контроллеры верхнего уровня и управляющий компьютер. Разница между контроллером и компьютером заключается, в первую очередь, в их функциональном назначении. Контроллер выполняет заданные программным алгоритмом действия путем математических вычислений и логических операций, используя возможности блока встроенной памяти для преобразования информации, поступившей на входы контроллера, в управляющие воздействия на выходы в режиме реального времени.

Компьютер обладает более обширным диапазоном выполняемых функций: помимо непосредственной оценки информации от комплекса датчиков, он осуществляет вычисления и преобразования, используя сложные алгоритмы и программы. За счет этого существенно расширяется круг решаемых им задач – например, задачи распознавания образов и обработки видеoinформации возможно решать только с помощью компьютера. Таким образом, контроллеры верхнего уровня выполняют сбор и преобразование информации с нижних уровней для компьютера и обратно.

Но где же тут программа? Все просто: программа работает на каждом из уровней системы управления. Именно она обеспечивает взаимосвязь всех трех уровней, и потому от степени проработки программы зависит эффективность всей системы управления и робота в целом.

На первом, нижнем уровне программные средства предварительной обработки информации присутствуют в блоках сенсорных систем, а платы

в составе мехатронных модулей (например, сервоприводов) обеспечивают преобразование электронных импульсов в механическое движение. Как правило, эти программные средства «защиты» внутри самих устройств и не подлежат коррекции.

На втором, исполнительном уровне уже присутствуют как встроенные программные средства, например, в драйверах исполнительных механизмов, так и разработанные пользователем. Сюда относятся программируемые фильтры, алгоритмы обработки информации с датчиков, обработчики видеоизображения и т.д.

Но наибольшее значение качество программы имеет именно на верхнем уровне. Он не зря называется стратегическим – здесь осуществляется *управление поведением* робота. Именно тут разрабатываются и реализуются все основные алгоритмы, необходимые роботу для выполнения миссий соревнования. Сюда относятся и алгоритмы управления движением шасси, и управление манипулятором, и распознавание адресов и знаков, и – что наиболее важно – планирование действий робота. На верхнем уровне качество управления роботом определяется исключительно мастерством программиста-разработчика. Даже аппаратная платформа не играет ключевой роли: за недолгую историю соревнования AutoNet 14+ значительных успехов добивались команды как на мощных ноутбуках и «одноплатниках», так и на скромных контроллерах из набора LEGO EV3.

По регламенту соревнования AutoNet 14+ программная платформа является открытой и каждая команда выбирает то, что ей нравится больше. У каждой системы существует своя конкретная архитектура, свои особенности и методы работы. Поэтому создать какой-то универсальный учебник по программированию роботов для AutoNet 14+ невозможно. В данной главе говорится главным образом о том, какие существуют типы датчиков, какие методы можно использовать при программировании действий робота для выполнения миссий.

Итак, приступим!

4.2. 0 датчиках, тонкостях управления и точном движении

Наибольшее разнообразие компонентов нижнего уровня системы управления составляют датчики. Они необходимы для информационной оценки состояния как компонентов самого робота, так и ситуации вокруг него в процессе выполнения миссий соревнования.

Как и в случае с конструкцией, датчики следует подбирать и устанавливать на робота в зависимости от решаемых задач. И самая первая задача – обеспечение точного движения робота. В самом деле, если мы хотим, чтобы робот двигался по дороге прямолинейно и не нарушал правила, нужно в каждый момент времени получать информацию о том, насколько повернулись моторы привода шасси робота и знать величину угла поворота. Это позволит обеспечить точное управление поворотом приводных колес, за счет чего можно добиться нужной траектории движения робота. Передает данную информацию энкодер – датчик угла поворота (рис. 4.2, источник: <http://radio-hobby.org/modules/news/article.php?storyid=1541>). Энкодер – это оптический датчик, состоящий из фотопар и диска с насечкой. При прохождении сквозь диск или отражении от светодиода, свет попадает на фотодиоды, затем выполняется подсчет импульсов и определяется значение угла поворота.

Существуют энкодеры абсолютные и относительные. Абсолютный энкодер имеет строгое положение нулевой точки отсчета и именно от нее отсчитывается при изменении угла поворота величину отклонения, выдавая его на выходе в виде цифрового кода – последовательности нулей и единиц. Такой датчик, как правило, применяют в точных узлах: рулевом механизме, узлах манипулятора, устройствах поворота камеры и т. д.

Относительный (или инкрементальный) энкодер, в отличие от абсолютного, такой точки не имеет, и при каждом запуске программы отсчет начинается с нуля. Такой датчик считает импульсы при повороте вала и позволяет определить его относительное отклонение от начального положения. При работе с таким датчиком необходимо своевременно осуществлять сброс программы, для этого задавать новое нулевое значение (при необходимости), чтобы не накапливалась ошибка измерений. Данный тип энкодеров лучше всего применять в шасси робота – для одометрии или для выравнивания траектории движения робота.

Последняя задача наиболее интересна. В силу того, что двух одинаковых моторов не бывает, роботы при движении часто отклоняются от прямолинейной траектории. Чтобы избежать данной проблемы, мо-

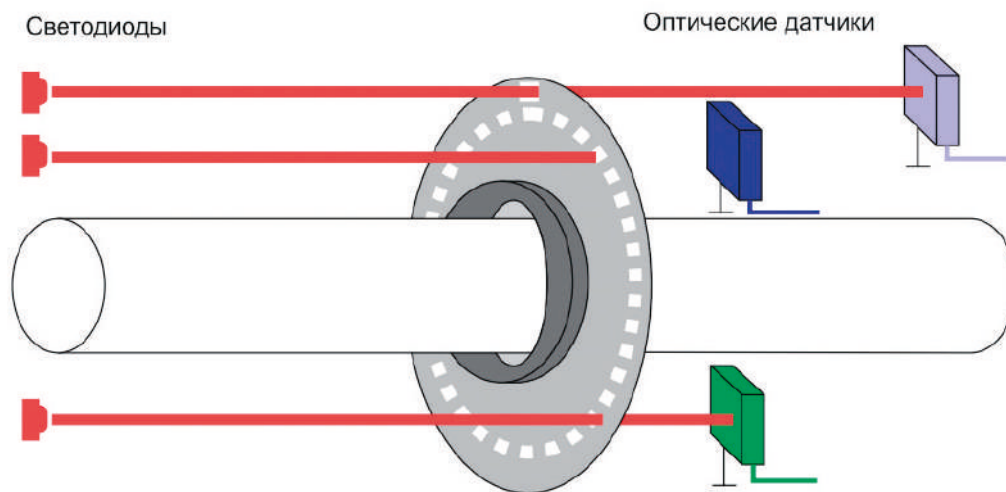


Рис. 4.2. Устройство энкодера.

жет быть реализован пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор (ПИД-регулятор). Его работа обеспечивает сравнение значения углов поворота правого и левого колес при движении робота. В том случае, если робот начнет отклоняться от прямолинейной траектории, между показаниями энкодеров возникнет разница Δ :

$$\Delta = e1 - e2 \quad (4.1)$$

где $e1$ и $e2$ – показания энкодеров левого и правого колес соответственно. Эта разница может быть усилена коэффициентом усиления k , в результате чего получаем управляющее воздействие u_n :

$$u_n = k * \Delta \quad (4.2)$$

Выражение (4.2) – пропорциональная составляющая ПИД-регулятора. Далее величину управляющего воздействия прибавляют к номинальной мощности правого мотора и, соответственно, вычитают от номинальной мощности левого. За счет чего достигается выравнивание траектории движения робота: если $e1 > e2$, то $\Delta > 0$, следовательно, $u_n > 0$, и робот повернет влево. Если же $e1 < e2$, то $\Delta < 0$, следовательно, $u_n < 0$, и робот повернет вправо.

Интегральная составляющая используется для сглаживания накапливаемых ошибок путем вы-

работки компенсирующего воздействия. При минимальных отклонениях пропорциональная составляющая не позволяет выработать достаточное управляющее воздействие, но интегральная, за счет своего возрастания ввиду суммирования ошибки во времени, помогает скорректировать величину управляющего воздействия:

$$u_u = k_u * S\Delta \quad (4.3)$$

Дифференциальная составляющая обеспечивает отслеживание изменения скорости отклонения робота от прямолинейной траектории. Для этого необходимо сравнивать Δ на текущем и предыдущем шаге:

$$d = \Delta - \Delta_{old} \quad (4.4)$$

где Δ_{old} – значение Δ на предыдущем шаге. Полученная разность усиливается коэффициентом k_d , в результате рассчитывается дифференциальная составляющая:

$$u_d = k_d * d \quad (4.5)$$

Таким образом, общее управляющее воздействие ПИД-регулятора определяется суммой всех трех составляющих.

4.3. Управление движением робота: по разметке разными способами

При движении робота по трассе нужно обеспечить его нахождение в пределах своей полосы. Для этого ему необходимо распознавать линии разметки – сплошные и прерывистые линии черного цвета, ограничивающие полосы движения. Распознавать их можно различными способами, самый распространенный из них – с помощью *датчика освещенности*, или *датчика линии*.

Обычно датчики линии являются оптическими и представляют собой пару светодиод-фотодиод, работающую в отраженном свете (рис. 4.3, источник: <http://startelectronics.ru/goods/Dvizhenie-robota-po-linii>). Светодиод может быть как видимого спектра, так и инфракрасного диапазона, он освещает поверхность и по степени яркости воспринятого фотодиодом отраженного света определяется, светлая или темная поверхность находится перед датчиком. Часто такие датчики работают сугубо в цифровом режиме, только: «темно-светло». Но для решения задачи точного управления движением робота необходим аналоговый режим – определение количества отраженного света. Это следует учитывать как при выборе датчика, так и при написании программы. Добавим, что для данных датчиков также может быть применен ПИД-регулятор.

Ориентирование по линии с помощью датчика, по сути – отслеживание границы черного и белого

цветов. Любое нарушение границы перехода цвета приведет к изменению количества отраженного света: увеличению при отклонении на светлую зону и уменьшению при отклонении на темную зону. Таким образом, при реализации алгоритма движения по черной линии мы можем задать некоторое граничное значение освещенности (отраженного света), которое будет характеризовать границу перехода. Все отклонения от граничного значения будут считаться ошибкой, и робот будет стремиться к возвращению на прежнюю траекторию.

Конечно, использование ПИД-регулятора позволит в данном случае достаточно успешно решить проблему выравнивания движения вдоль линии. Но, в ряде случаев это бывает трудновыполнимо. В частности, реализовать ПИД-регулирование сложно при низкой чувствительности датчика. Не получится его использовать и в том случае, если датчик цифровой – не представляется возможным рассчитать ошибку. В этом случае можно использовать релейное регулирование, самый простой способ контроля передвижения по черной линии (рис. 4.4).

Этот способ управления проверенный и безотказный, но и самый медленный. Мало того, он практически исключает возможность обеспечения достаточно точного прямолинейного движения по разметке. Но, все-таки: даже используя только



Рис. 4.3. Устройство оптического датчика линии



Рис. 4.4. Блок-схема релейного регулятора

данный способ управления движением робота, уже можно зарабатывать зачетные баллы! Используйте эту возможность и пробуйте развиваться!

Более опытные команды-участники AutoNet 14+ все активнее применяют в составе своих роботов камеры для распознавания элементов поля. Применим данный метод и для задачи движения по разметке. Как и в случае с программированием датчиков, мы не будем рассказывать о том, как писать программы для распознавания. Однако расскажем о том, как можно реализовать распознавание разметки камерой и ориентироваться по ней в процессе движения.

Для этого камеру размещают как можно выше на роботе и направляют ее объектив вперед и вниз, чтобы можно было осуществить видеозахват дороги (рис. 4.5). Относительно робота камеру располагают так, чтобы ее объектив при движении робота оказался точно посередине полосы движения робота.

При такой установке в области захвата камеры окажется участок полосы, по которой движется робот, вместе с нанесенной на нее разметкой. Поскольку камера расположена над серединой полосы,

то линии разметки будут симметрично расположены в кадре (рис. 4.6. а), а линия движения робота будет совпадать с биссектрисой угла между линиями разметки. В случае отклонения робота от прямолинейного курса или поворота дороги углы наклона разметки изменятся (рис. 4.6 б), в результате чего биссектриса угла также изменит свой наклон. В этом случае управление движением робота сведется к тому, чтобы обеспечить возвращение биссектрисы в первоначальное положение, соответствующее рис. 4.6 а. Измеряя угол b наклона биссектрисы к горизонтали, можно рассчитать необходимое управляющее воздействие по формуле:

$$u = P * \cos b \quad (4.6)$$

где P – постоянная величина подаваемой на приводные двигатели мощности. Далее величина управляющего воздействия, по аналогии с предыдущими регуляторами, добавляется к мощности моторов или вычитается из нее в зависимости от требуемого направления поворота.

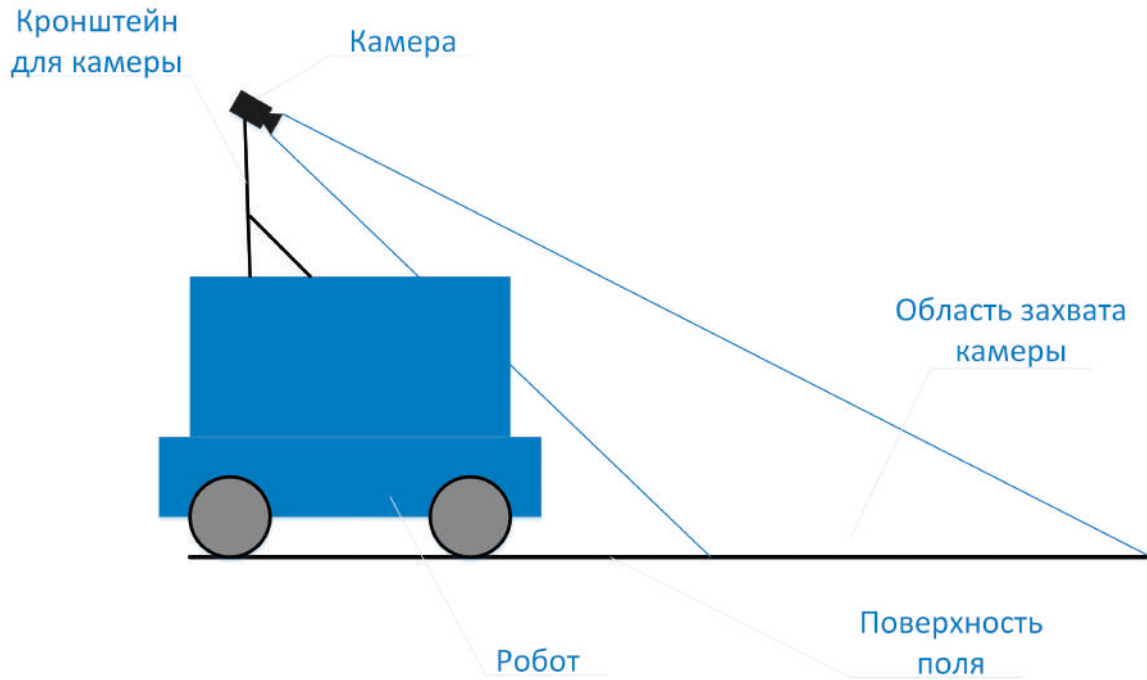


Рис. 4.5. Установка камеры для распознавания разметки

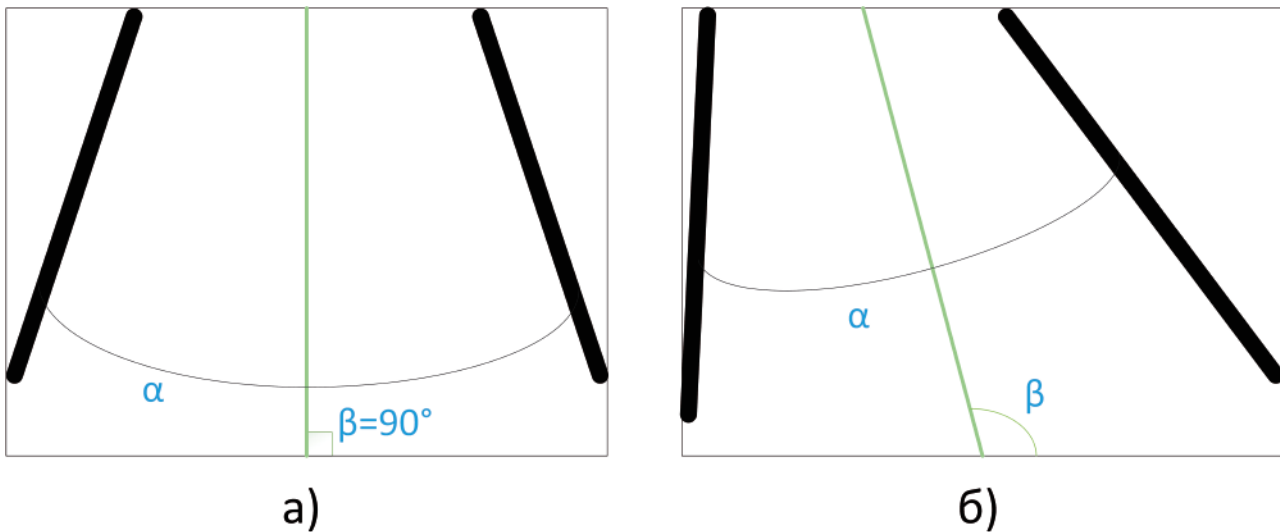


Рис. 4.6. Построение курса движения робота с использованием камеры:

- а) при движении по прямолинейному участку трассы;
- б) при движении по повороту

4.4. Обнаружение грузов

Следующая задача соревнования – обнаружение и захват грузов. Для того чтобы понять, как обнаружить груз, разберемся, что такое, собственно, груз и какими свойствами он обладает.

Груз – объемное тело, находящееся на игровом поле. Следовательно, робот, передвигающийся по плоской ровной поверхности, может распознать груз как некое физическое препятствие. Это и есть наиболее удобный и надежный способ обнаружения грузов. Для чего потребуется любой датчик расстояния, способный с точностью до 1 см опознать непрозрачное препятствие. Датчики, используемые для выполнения измерения расстояний, носят название дальномеров.

Дальномеры различаются по физическим способам определения расстояния, но, как правило, принцип их действия остается неизменным: датчик испускает волну на определенной частоте, которая отражается от препятствия и возвращается на чувствительный элемент датчика. Зная скорость движения волны, датчик измеряет время движения волны и, исходя из этих величин, определяет расстояние (рис. 4.7, источник: <http://www.stroy-podskazka.ru/svetilniki/s-datchikom-dvizheniya/>).

Дальномеры бывают оптические, ультразвуковые, лазерные и другие. Различие между ними заключается не только в физике, но и в методах обработки информации – для каждого типа и модели датчика они могут отличаться (как правило, методы их работы описываются в документации к датчикам). В общем случае алгоритм обнаружения грузов по-

средством датчиков выполнен следующим образом (рис. 4.8):

Робот выполняет движение по разметке до достижения зоны склада. Проезжая мимо зоны склада, робот запрашивает дальномер, ориентированный в сторону грузов. Как только величина расстояния, фиксируемая датчиком, станет меньше некоторого порогового (расстояние от дороги до груза составляет обычно 10-15 см), робот должен остановиться и выполнить позиционирование относительно груза, т.е. встать в позицию загрузки. Затем выполняется процедура загрузки груза в накопитель и манипулятор (или иное загрузочное устройство) перемещает груз на робот. После этого движение продолжается либо до следующего груза, либо далее по маршруту – в зависимости от разработанного алгоритма.

Другой вариант обнаружения грузов связан с использованием разных цветов объектов: например, груз выполнен белым, а зона склада – зеленая. На монохромном изображении груз будет явно выделяться в виде белого прямоугольника на темном фоне – эту особенность можно эффективно использовать для распознавания грузов с помощью камеры. Правда, такой метод более сложный и, как следствие, менее надежный, поскольку точное позиционирование робота относительно груза выполнить в этом случае значительно сложнее. Тем не менее, это отличный способ для развития умений и навыков в области распознавания геометрии – поэтому не бойтесь экспериментировать и пробуйте!

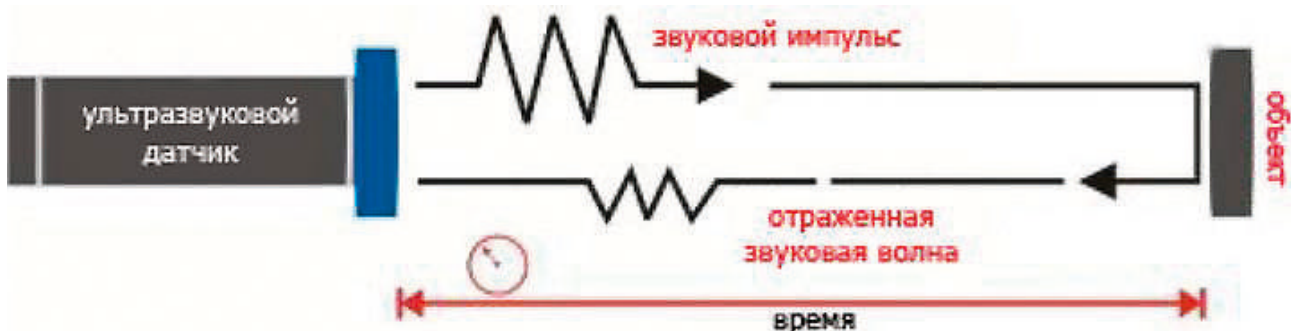


Рис. 4.7. Принцип работы ультразвукового дальномера: черные линии – разметка, зеленая – биссектриса (курс робота)

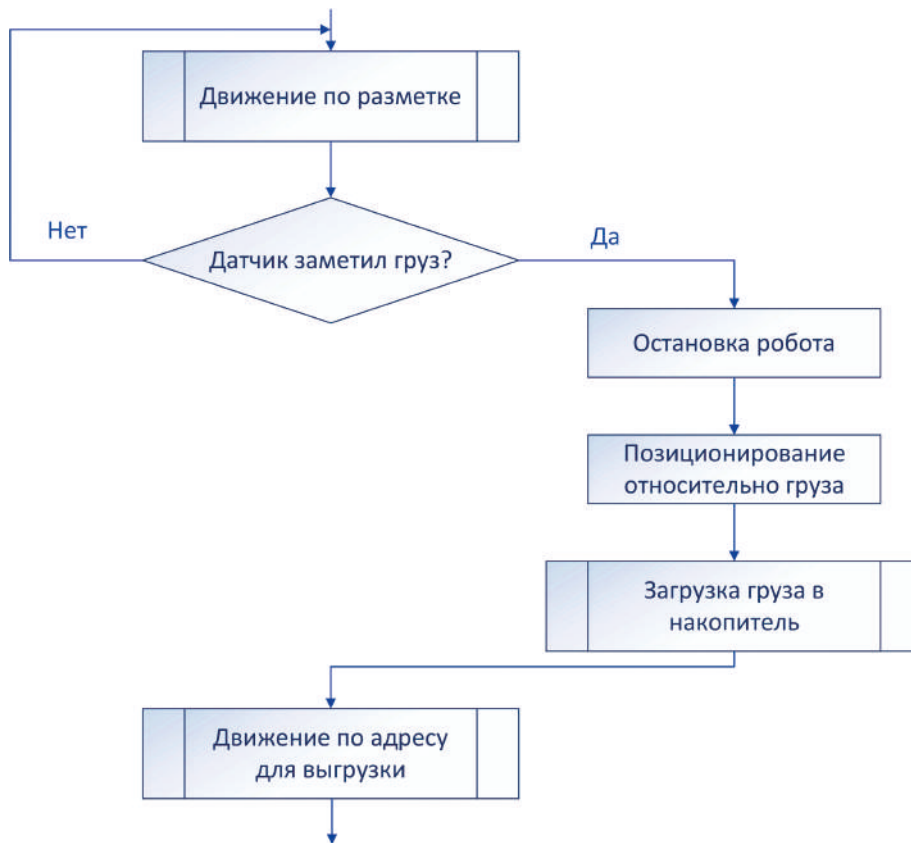


Рис. 4.8. Блок-схема алгоритма обнаружения грузов с помощью датчиков

4.5. Распознавание адреса: подходы и методы, в том числе датчиками и камерами

Самая сложная задача соревнования AutoNet 14+ – распознавание адресов. Далеко не все команды берутся за решение этой задачи. Тем не менее, таких смельчаков год от года становится все больше. Попробуем разобраться, что нужно для того, чтобы правильно распознать адрес.

Для начала проанализируем, за что можно получить баллы. По регламенту зачетные очки даются за верно распознанный цвет, цифру или точный адрес дома. Другими словами, только доставив груз на улицу нужного цвета, уже можно пополнить копилку своей команды! Причем, чтобы распознать цвет, не нужны даже камеры и знание методов работы с цветными изображениями. Достаточно обычного

RGB-датчика, способного различать красный, желтый, зеленый и синий цвета. Остается лишь спроектировать устройство, которое позволит выдвигать датчик в сторону домов для распознавания цвета.

Но цвета могут распознаваться и с помощью камеры. Один из методов – пиксельный анализ изображения для выявления доминирующего цвета пикселей. Достаточно точный способ, но сильно подвержен постороннему воздействию: в исследуемую область может попасть другой яркий цветной объект, способный внести ошибку в измерения. Для применения метода необходимо программным образом конвертировать изображение в пространство HSV (от

англоязычной аббревиатуры: Hue, Saturation, Value – тон, насыщенность, значение). Это цветовая модель, в которой координатами являются:

- *Hue* – цветовой тон (например, красный, зелёный или сине-голубой). Варьируется в пределах 0-360°, однако иногда дается в диапазоне 0-100 или 0-1.
- *Saturation* – насыщенность (варьируется в пределах 0-100 или 0-1). Чем больше этот параметр, тем «чище» цвет, поэтому этот параметр иногда называют чистотой цвета, чем ближе этот параметр к нулю, тем ближе цвет к нейтральному серому.
- *Value* (или *Brightness*) – значение цвета, яркость. Также задаётся в пределах 0-100 и 0-1.

Эта модель очень удобна для поиска на общем изображении конкретных объектов по их цвету (яркости). Например, пятно от лазерной указки, цветные маркеры или просто объекты с контрастным цветом.

Существуют и другие методы определения цвета. Многие из них реализованы в виде программных модулей и требуют пользовательской настройки на объекте управления.

Распознавание цифр – также очень непростая задача. Она дополнительно осложняется тем, что цифры на адресах – арабские, а многие методы распознавания ориентированы только на 7-сегментный индикатор. Простейшим из алгоритмов распознавания цифр является сравнение рисунка с эталонными изображениями выполняемое по пикселям. При этом вычисляется разница в пикселях и тот образец, для которого она наименьшая, считается верным ответом. Недостатки данного метода заключаются в необходимости подготовки и хранения большого количества эталонных образцов (чем их больше, тем лучше), плохая устойчивость к искажениям, сильная зависимость от начертания шрифта, используемого в эталонных изображениях.

Наиболее надежный и универсальный способ для распознавания цифр как, впрочем, и многих других объектов – использование нейросетей. Нейронные сети вообще позволяют быстро и качественно ре-

шать большой круг практических вопросов, в частности, задач распознавания. Нейросеть является обучаемой системой, т.е. она действует не только в соответствии с заданным алгоритмом и формулами, но и на основании накопленного опыта. В случае с обработкой изображения нейроны сети «читают» его последовательно по пикселям, определяя «вес» каждого нейрона. Нейрон с максимальным «весом» и станет ответом на вопрос, что же было распознано на изображении.

Таким образом, для использования нейросетей как инструмента распознавания потребуются создание и обучение нейронов для каждой цифры, и алгоритм распознавания будет анализировать изображения с камеры, чтобы определить, какая цифра изображена. Существуют различные алгоритмы обучения нейронных сетей, реализация которых можно найти в открытом доступе. Смело пробуйте и учитесь!

Существует еще один способ распознавания цифр, представленный одной из команд AutoNet14+. Он заключается в использовании матрицы из датчиков освещенности. Робот приближает матрицу, закрепленную на кронштейне манипулятора, к карточке с номером дома. Датчики, которые считывают белый контур цифры, выдают максимальное значение. Те, что попадают на цветную карточку, фиксируют меньшее значение. Таким образом создается матрица значений с датчиков, по которым могут быть определены любые цифры. Решение уникальное, и оно реально работало. Здесь и острота мысли и оригинальность подхода!

Посему – дерзайте осваивать самые смелые идеи. Никто наперед не знает, какой алгоритм окажется идеальным, в каждом обязательно существует нечто важное и нужное. Лишь в зависимости от того, сколько сил затрачено на работу и как много творчества при этом задействовано, можно будет ожидать соответствующий результат. И всегда здесь наблюдается, как говорят математики, прямо пропорциональная зависимость.

Ничего не нужно бояться. Пробуйте, пробуйте и еще раз пробуйте, и вы достигнете успеха!

Правильная Инженерная книга: из чего она состоит и как ее подготовить



5

5.1. И лицо и содержание: все как у аккуратного отличника

5.2. Структура книги: титульный лист, нумерация, заголовки, текст, приложения

5.3. Оформление книги и стиль команды – вещи взаимосвязанные!



5.1. И лицо и содержание: все как у аккуратного отличника

Как и любая другая книга, от художественной литературы и учебника до справочника и энциклопедии, Инженерная книга тоже должна иметь свою структуру, чтобы у разработчиков было четкое понимание о том какую информацию в каком месте писать, а у экспертов – где найти, например, информацию о команде, а где – описание устройства одного из узлов робота. Но для начала необходимо сформулировать: что же реально будет представлять собой Инженерная книга. Итак, это – документация по процессу проектирования и изготовления командой робота в бумажном виде. Она оформляется способом, который наиболее удобен команде, имеет логично выстроенную структуру, выполняется по определенным правилам, подробно и детально описывает все примененные при создании робота конструктивные приемы, его технологические параметры и функциональные характеристики.

Исходя из этого понятно, какова структура Инженерной книги:

1. Титульный лист.
2. Оглавление.
3. Введение (Командный раздел).
4. Описание стратегии командной игры (анализ).
5. Инженерный раздел:
 - 5.1. Обоснование выбора конкретной робототехнической платформы (из каких вариантов проводился выбор, почему избрана данная робототехническая платформа, анализ ее достоинств и недостатков).
 - 5.2. Рабочая структура робота: компонентный состав основных узлов и агрегатов.
 - 5.3. Конструкторское обоснование применения решений по каждому узлу: описание механизмов,

блоков, элементов робота – какие функции выполняют и какие задачи решают.

5.4. Проектировочные расчеты.

6. Раздел программного обеспечения:

6.1. Обоснование выбора среды программирования (почему выбрана именно эта среда программирования, в чем ее плюсы и минусы, какие задачи она решает более эффективно, чем альтернативные варианты)

6.2. Блок-схема или описание алгоритма ПО. Здесь допускается иллюстративный материал в виде части(!) программного кода с развернутыми комментариями, а сам программный код необходимо вынести в приложение и добавить в него комментарии, которые позволили бы разобраться в программе человеку, который ее не писал.

7. Заключение.

Еще раз особо отметим: Инженерная книга по своей сути является не историей создания робота, а технической документацией к нему, по которой любая другая команда может воссоздать тот проект, который изложен в книге.

Теперь, если ваша работа будет выполнена в соответствии с представленной выше структурой, с учетом рекомендаций и пожеланий, которые даны в этой главе, то у вас получится хорошая, аккуратная Инженерная книга. Останется лишь задача изложить материал так, чтобы эту книгу захотелось дочитать до последней строчки. И тогда с ней с интересом и удовольствием ознакомятся все участники и судьи соревнований.

5.2. Структура книги: титульный лист, нумерация, заголовки, текст, приложения

С детства нас учили, что по одежке встречают, а уже позже заглядывают внутрь и узнают суть. Тут точно так же. Каждый участник в первую очередь должен осознать, что Инженерная книга – это серьезная документация к роботу, игре на поле и, одновременно, представление всей команды.

Титульный лист – лицо и команды. Давайте более подробно разберемся, каким должно быть это лицо и как его необходимо представить, чтобы захотелось заглянуть внутрь, а заглянув – дочитать книгу до конца.

Так как Инженерную книгу определили как серьезную документацию, то и титульный лист должен быть оформлен соответствующим образом.

В верхнем правом углу титульного листа крупно и четко указывают номер команды присвоенный ей при регистрации. Это нужно экспертам и судьям для заполнения ими экспертных и судейских листов. Единственный возможный дополнительный элемент на титульном листе – эмблема команды. Ее размещают также в правом верхнем углу, непосредственно под номером команды, и ее размеры не должны превышать 4Х4 см.

Теперь ознакомимся с общими требованиями к оформлению основного объема книги.

Набор текста Инженерной книги выполняется в формате стандартных машинописных листов А-4 на компьютере в соответствующей текстовой программе. Текст делится на абзацы, первая строка которых выполняется с отступом (красная строка). Каждый раздел работы необходимо начинать с новой страницы, параграфы (или подразделы) располагать друг за другом вплотную. Фамилии, названия учреждений, организаций, фирм следует приводить на языке оригинала.

Текст печатается построчно через 1,5 интервала, шрифтом Times New Roman размером 12 пт. Страница с текстом должна иметь отступы: по левому полю 30 мм, по правому 10 мм, по верхнему и нижнему – по 20 мм.



Заглавным листом работы, как уже говорилось, является титульный лист. На втором листе размещают оглавление, где указываются основные разделы инженерной книги и соответствующие им страницы. Желательно, чтобы оглавление помещалось на одной странице. Структурные разделы инженерной книги – главы, подразделы первого и второго уровней (например: 1.; 1.1.). Основной текст должен соответствовать оглавлению как по содержанию, так и по форме.

Все страницы, начиная с третьей, нумеруются по порядку от титульного листа и оглавления (на них нумерация не ставится) до последней страницы без пропусков и добавлений. Приложения не нумеруются и в нумерацию страниц не включаются. По-

рядковый номер страницы печатается в ее правом нижнем углу, начиная с цифры 3.

Печать страниц выполняется односторонней. Получившийся блок брошюруют. Крепление листов должно быть надежным, чтобы книга не рассыпалась при ее перемещении и передаче из рук в руки.

Заголовки

Заголовки разделов печатают заглавными буквами полужирным шрифтом 14 пт. симметрично тексту без подчеркивания, через один интервал. Точку в конце заголовка не ставят. Если заголовок состоит из двух и более предложений, их разделять точкой. Переносы слов в заголовке не допускаются.

Заголовки подразделов печатают строчными буквами (кроме первой заглавной) с абзаца полужирным шрифтом 12 пт. Заголовок подраздела не должен быть последней строкой на странице.

Все заголовки и подзаголовки следует выделять шрифтом, отличным от шрифта основного текста. Стили заголовков – Основной, Заголовок 1, Заголовок 2, Заголовок 3 и т.д.

Отдельные части работы (разделы и подразделы) должны иметь заголовки и порядковую нумерацию. Например, главы (разделы) 1.,2.,3. и т.д., подразделы – нумерацию в пределах каждой главы, например, 1.1., 1.2., 1.3, при более дробном делении - 1.1.1., 1.1.2., 1.1.3.

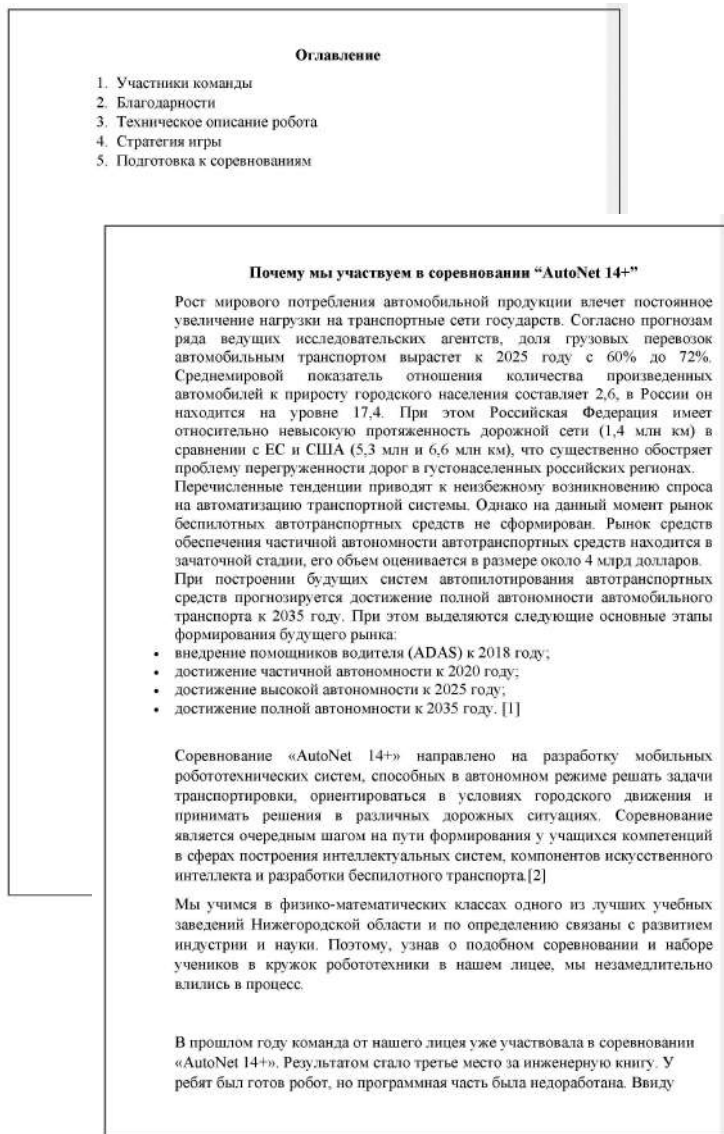
Таблицы

Таблицы помещают непосредственно после абзацев, содержащих ссылку на них, а если места недостаточно, то в начале следующей страницы.

Обычно таблица состоит из следующих элементов: порядкового номера и тематического заголовка; боковика; заголовков вертикальных граф (основной части, т.е. прографке).

Заголовки таблицы рекомендуется печатать через один интервал. Заголовки граф располагают по центру относительно горизонтальных и вертикальных линий.

Все таблицы должны быть пронумерованы. Система нумерации может быть сквозной по всей книге или по отдельной ее главе. Над правым верхним углом таблицы набирают надпись Таблица с указанием ее номера (например, Таблица 1), но без сим-



вола № перед цифрой и точки после нее. Таблицы снабжают тематическими заголовками, которые располагают посередине страницы и пишут прописным шрифтом так же без точки в окончании. Например:

Таблица 1
УСПЕВАЕМОСТЬ КОМАНДЫ

Ф.И.О.	Вышая алгебра	Мат. анализ	Механика	История
Петров А.А.	5	5	4	5
Иванов П.И.	4	4	4	5
Сидоров В.С.	3	4	4	5

Если таблица в тексте только одна, нумерационный заголовок опускают. Строки многострочных заголовков можно располагать двумя способами: либо все строки печатают симметрично по ширине графы, либо только наибольшие, а остальные выравнивают по ним слева.

В одноуровневой головке все заголовки первого уровня печатают с заглавной, а последующие – с заглавной, если они самостоятельны, или со строчной, если они подчинены заголовку верхнего уровня. Например:

Свойства	
Твердость	Упругость

Сноски к таблице печатают непосредственно под ней.

При переносе таблицы на следующую страницу головку таблицы следует повторить, а над ней поместить надпись: Продолжение табл. 1. При необходимости переноса таблицы также нумеруют заголовки граф. Тогда на новой странице заголовки граф следует заменить цифрами. Тематический заголовок при этом можно не повторять.

Строки боковика таблицы выравнивают по левому краю. Наибольший по длине элемент располагают по центру. Тексты всех строк боковика печатают с заглавной буквы. Двухстрочные и многострочные элементы боковика печатают через 1 интервал одним из следующих способов: первую строку без абзацного отступа, последующие – с отступом в два знака; первую строку с абзацного отступа (два знака), последующие – без отступа от левого края. Рубрики в боковике таблицы печатают с отступом. Перед перечислением ставят двоеточие.

В таблице не должно быть пустых граф. Тексты в графах располагают от левого края (преимущественно) или по центру. Числа в графах делят на разряды и располагают единицы под единицами, десятки под десятками и т.д. Числовые значения неодинаковых величин располагают посередине строки. Диапазон значений выравнивают по тире (многоточию). Обозначение единиц физических величин рекомендуют присоединять к заголовку без предлога и скобок, например: длина, м.

Математические формулы

Формулы отделяют от последующего и предыдущего

го текста (или других формул) однострочным интервалом.

Наиболее важные, а также занимающие много места формулы располагают отдельными строками – либо посередине, либо от левого края строки. Несколько коротких однотипных формул можно помещать и в одной строке, а не в столбик.

Нумеровать следует только наиболее важные формулы, на которые в тексте имеются ссылки. Порядковые номера формул ставят в круглых скобках у правого края листа. Нумерация должна быть сквозной.

Например:

$$\omega_{pv} = \sqrt{\frac{4\pi Ne^2}{m}} \quad (12)$$

При переносе формулы на другую страницу номер ставят напротив ее последней строки в край текста. Если формула заключена в рамку, номер помещают вне рамки на уровне основной строки формулы. Группе формул, объединенных фигурной скобкой, присваивают один общий номер, помещаемый точно напротив острия скобки. При ссылке на формулу в тексте ее номер указывают в круглых скобках. Например: Из уравнения (15) следует...

В конце формулы и в тексте перед ней знаки препинания ставят в соответствии с правилами пунктуации. Формулы, следующие одна за другой, отделяют запятой или точкой с запятой, которые ставят за формулами до их номера. Эмпликацию (расшифровку буквенных обозначений величин) принято помещать после формулы. Начинать каждую расшифровку с новой строки не рекомендуется. Переносы формул со строки на строку осуществляются в первую очередь на знаках отношения (=; ≠; ≥; ≤ и т.п.), во вторую – на знаках сложения и вычитания, в третью – на знаке умножения в виде косоугольного креста. Знак следует повторить в начале второй строки.

Если формулы в тексте размещают посередине строки, то и перенесенную часть располагают посередине. Если же от левого края, то перенесенную часть размещают справа.

Иллюстративный материал

В качестве иллюстраций можно использовать черно-белые и цветные фотографии, рисунки, чертежи,

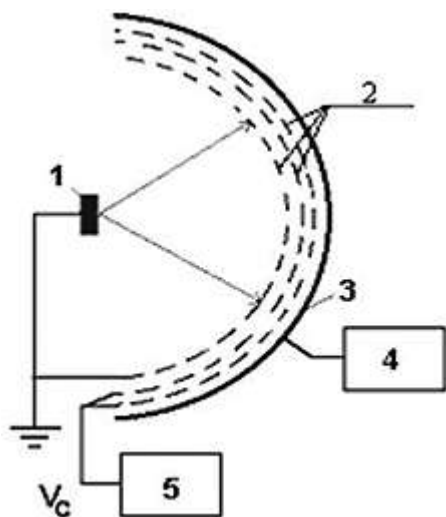
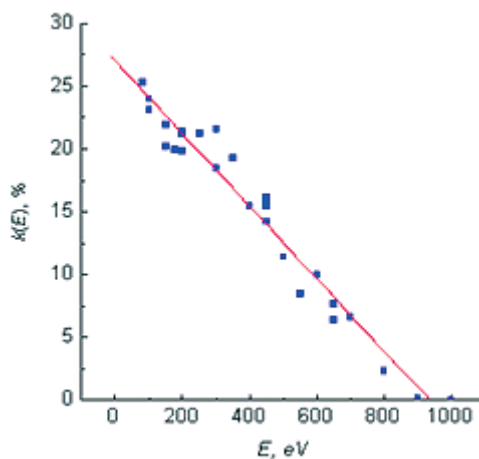


Рис. 5.1. Схема устройства энергоанализатора:

- 1 - образец,
- 2 - задерживающие сетки,
- 3 - коллектор,
- 4 - блок регистрации,
- 5 - генератор задерживающего напряжения

Рис. 5.2. Зависимость относительной площади пика поверхностного плазмона от энергии первичных электронов



схемы, диаграммы, номограммы. Размеры иллюстраций не должны превышать формата страницы с учетом полей. Вспомогательные рисунки, крупные схемы и чертежи выносят в приложения.

В тексте, где идет речь о теме, связанной с иллюстрацией, помещают ссылку либо в виде заключенного в круглые скобки выражения: (рис. 3), либо в виде соответствующего сопровождения: «...как это видно на рис. 3».

Иллюстрации помещают непосредственно ниже абзацев, содержащих упоминание о них. Если места недостаточно, то – в начале следующей страницы.

Если ширина рисунка больше 8 см, его располагают симметрично посередине. Если менее 8 см, рисунок лучше расположить с краю, в обрамлении текста. Под рисунком располагают подрисуючную подпись. Подпись включает сокращенное обозначение рисунка, его порядковый номер и тематическое название. В состав подрисуючной подписи может входить также экспликация – описание отдельных позиций рисунка (рис. 5.1). Точку в конце подрисуючной подписи не ставят.

Позиции (элементы) рисунка обозначают, как правило, арабскими цифрами на выносных линиях или буквами русского алфавита, либо условными обозначениями. Цифры располагают последовательно слева направо, сверху вниз или по часовой стрелке.

Разъяснение позиций дают либо в подрисуючной подписи, либо в тексте в процессе описания – путем присоединения соответствующей цифры (буквы) без скобок при первом упоминании элемента. Например: Из электронной пушки пучок электронов энергии E_p попадает на образец 1, который помещается в центр концентрических сферических сеток 2. Наименование среды (газ, раствор, вода и т.п.) указывают непосредственно на рисунке.

Схемы выполняют без соблюдения масштаба, не учитывая пространственного расположения составных частей изделия.

Результаты обработки числовых данных можно представить в виде графиков (рис. 5.2). Графики используют как для анализа полученных параметров, так и для повышения наглядности иллюстрируемого материала.

Оси абсцисс и ординат графика вычерчивают сплошными линиями. На концах координатных осей стрелок не ставят (рис. 5.2). Числовые значения масштаба шкал осей координат пишут за пределами графика (левее оси ординат и ниже оси абсцисс).

По осям координат должны быть указаны условные обозначения и размерности отложенных величин в принятых сокращениях. На графике следует писать только принятые в тексте условные буквенные обозначения. Надписи, относящиеся к кривым и точкам, оставляют только в тех случаях, когда их немного, и они являются краткими. Многословные надписи заменяют цифрами, а расшифровку приводят в подрисуночной подписи.



Нумерация рисунков и иллюстраций в книге должна быть сквозной.

Если рисунок один, он не нумеруется. Пояснение частей иллюстрации, расшифровку условных обозначений можно включить в состав подписи.

Приложения

В качестве приложений используют дополнительный материал, чаще всего вспомогательного характера: образцы выполнения работ, расчетов, разного рода таблицы, формы, таблицы, схемы, чертежи, вспомогательные рисунки и т.п. В тексте, где идет речь о теме, связанной с приложением, помещают ссылку в виде заключенного в круглые скобки выражения: (Приложение 3).

Приложения располагают в конце издания после списка литературы, отделяя их от основной работы листом с надписью: ПРИЛОЖЕНИЯ. Слово Приложение пишут справа вверх. Если приложений несколько, то их нумеруют. Символ № и точку не ставят. Можно выделить разрядкой, курсивом или прописными буквами.

Теперь, когда стали понятны основные требования к оформлению книги, дадим финальный совет: если выдержать указанную структуру, а оформление выполнить так, как описано выше, то книга будет выглядеть как настоящий инженерный документ.

И еще: если вам в голову пришло что-то, что отличается от приведенных требований к оформлению, но вы считаете, что без этого ваша книга потеряет свою уникальность или просто хотите настоять на своем решении, запомните самое главное требование: **ИНЖЕНЕРНАЯ КНИГА ДОЛЖНА БЫТЬ ОФОРМЛЕНА ОТ НАЧАЛА И ДО КОНЦА ОБЯЗАТЕЛЬНО В ЕДИНОМ СТИЛЕ!**



Командный раздел (перечисление участников команды: Ф.И.О, возраст, организация от которой выступает, функции в команде, а также люди, занимавшиеся подготовкой команды, их вклад и конкретное участие)

Командный раздел – один из самых важных разделов. Этот раздел – ВВЕДЕНИЕ. Фактически с этого раздела начинается вся Инженерная книга. Судьи, эксперты и просто посторонние люди, читающие вашу Инженерную книгу, должны из него узнать, кто входил в команду, персонально работал над конкретной задачей, за что именно отвечал, а также понять степень участия и вклад каждого ее члена в подготовку команды к соревнованиям.

Разумеется, каждый участник команды обязательно принимает участие в подготовке к соревнованиям. Один собирает робота, второй его программирует, третий разрабатывает стратегию и так далее. Поэтому безусловно в этом разделе указывают фамилию, имя, отчество и возраст каждого участника, за какой участок работы он отвечал и какие задачи решал. Также необходимо указать формальные данные: организацию, которую представляет команда на соревнованиях.

Участники команды

Мишин Илья Александрович
Капитан и главный программист команды «Гальваник». За время работы проявил свои черты лидера и творческие способности.





Соколов Кирилл Константинович
Инженер и главный координатор журнала команды **team«Гальваник»**. Показал себя аккуратным и усидчивым во время разработки проекта.

Руденко Владимир
Младший программист команды «Гальваник». Во время работы продемонстрировал свою целеустремленность и трудолюбие.



Благодарности

Мы благодарим нашего преподавателя робототехники, Сизова Александра Юрьевича за оказанную помощь в создании робота, за обучение основам программирования и проектирования.

Мы благодарим директора нашего образовательного учреждения «Центра Одаренных Детей» Тузикову Ирину Валерьевну за выделенные средства, моральную поддержку и помощь в организации занятий.

Мы благодарим Группу «ГАЗ» и фонд «Вольное Дело» за помощь в развитии робототехники в Нижегородской области и России.

Инженерный раздел (чертежи, таблицы, рисунки, формулы)

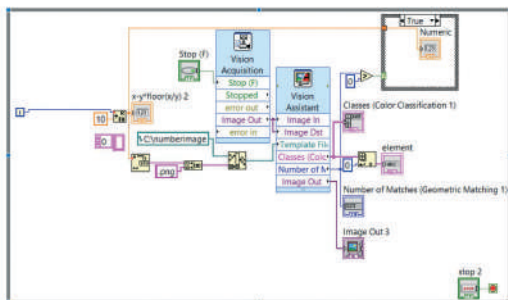
По поводу того, как располагать и подписывать рисунки, таблицы, чертежи и формулы мы уже рассказывали выше. Сейчас поговорим о том, как они должны быть выполнены и что на них должно быть изображено.

Формулы уместно приводить в тексте в том случае, если для достижения конкретного результата использовались соответствующие расчеты. В таком случае и у судей и у экспертов будет четкое понимание, что вы действовали не случайным образом или методом подбора, а все ваши данные имеют серьезное физическое и математическое обоснование.

Что касается таблиц, то их можно использовать для структурирования и лучшего восприятия материала. Например, в том случае, когда идет перечисление каких-либо элементов и их характеристик или сравнение двух и более узлов. В таком случае информация воспринимается проще, а если на ее основе сделан выбор, то это нагляднее.

Теперь переходим к чертежам, рисункам и схемам. Их следует делать с использованием графических редакторов. Если готовится чертеж, не забывайте правила его выполнения: сохранение и указание масштаба, расстановка всех размеров и т.д. Можно использовать системы автоматизированного проектирования (AutoCAD) при создании трехмерных моделей узлов робота для их наглядности.

Если используются фотографии, то они должны быть качественные, а если в описании указан конкретный элемент робота, изображенного на фотографии, его следует отметить (выделить), чтобы сразу было понятно, о каком именно элементе идет речь.



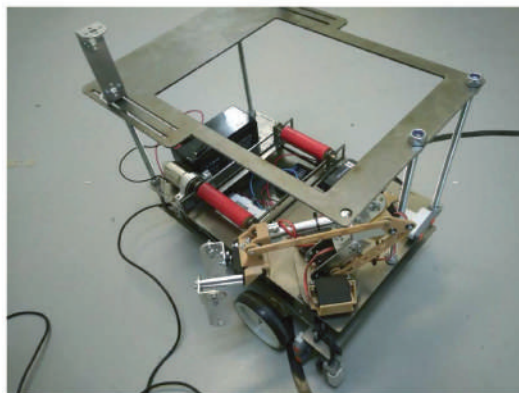
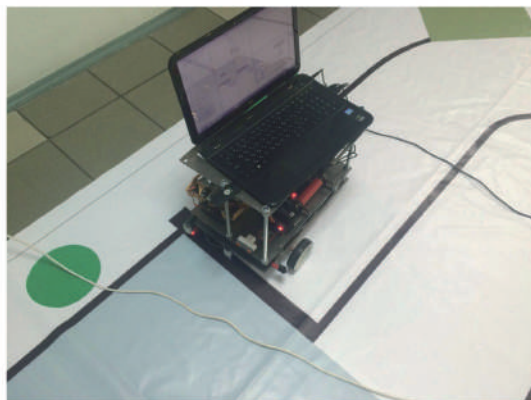
Здесь представлен блок кода, отвечающий за поиск цифр на изображении и определение цвета. Блок Vision Acquisition отвечает за получение изображения на обработку.

Выходная информация – Number of Matches – распознанная цифра, Element – обнаруженный класс цвета.

№ занятия	Дата	Время начала	Время окончания
4	14.02.2018	15:00	19:00

Координатор журнала – Мишин Илья.

Задачи:	Процесс решения задач:
1) Реализация алгоритма поиска светофора и знаков	1) Для поиска знаков использовали такой же подход, как и для поиска цифр – искали геометрические паттерны, заранее подготовленные, на новых картинках. Для поиска светофора использовали функцию (Color Location), которая анализирует гистограмму цветов эталонной картинки с гистограммой участка новой картинки. Алгоритм показал удовлетворительную работу.



5.3. Оформление книги и стиль команды – все взаимосвязано!

Конечно, каждая команда уникальна и неповторима. И понятно ее желание сделать свою Инженерную книгу уникальной и оригинальной, запоминающейся и полезной. Но главное, чтобы судьи и эксперты, которые будут ее читать, дали бы как можно более высокую оценку. Поэтому давайте разберемся, в чем команда может показать свое отличие и как ей предъявить свой уникальный командный стиль.

Начать можно прямо с первого раздела – Введения. Ведь помимо текстовой части здесь могут быть помещены и очень нестандартные иллюстрации. На фотографиях члены команды, включая тренера и наставника, могут одеться в командную форму, что является одним из способов представить стиль команды. В этом же разделе можно рассказать о символике и названии команды: как они появились и что означают.

И все же самым главным отличием вашей Инженерной книги должен стать стиль написания. Как раз это и будет отличать ее от книг соперников и

говорить об ее уникальности. Поэтому важно выбрать тот стиль, который будет понятен, доступен и при прочтении давал полное представление о команде, и о созданном ими роботе – каковы его конструктивные особенности, какой алгоритм будет в нем использован, «изюминки» избранной стратегии игры и прогноз ожидаемых результатов. Именно здесь площадка для литературного творчества, так же, как площадкой для технического творчества будет являться проектирование и создание робота, его программирование, отладка и доведение его до степени «идеального победителя». Не забывайте об одном: так же, как и оформление, литературный стиль вашей Инженерной книги должен быть единым от начала и до конца.

Полагаем, теперь уже хорошо понятно, из чего состоит Инженерная книга, как ее оформить, что в каком разделе необходимо описать и указать.

Остается только пожелать вашей команде творческих успехов и вдохновения!

А теперь – все на Олимпиаду!



6

6.1. Миссия тренера и наставника: совмещение теории и практики

6.2. Знания должны быть прикладными!

6.3. Уметь на практике применять теорию

6.4. Соревнования – площадка для проверки знаний и обучения командной работе, а не личное первенство!

6.1. Миссия тренера и наставника: совмещение теории и практики

Прежде чем говорить конкретно о миссии тренеров и наставников, разберемся в определениях: кто такой тренер, а кто такой наставник и чем они отличаются. Какова роль наставника (или ментора) и роль учителя (или тренера или консультанта).

Наставник – человек, который уже достиг той цели, которую вы ещё только ставите или поставили перед собой. Он уже поднялся на ту вершину, которую вы только собираетесь покорять, живёт той жизнью и занимается тем, что вы еще только хотели бы освоить.

Учитель – эксперт, высококлассный специалист в какой-либо области. В других сферах его достижения могут быть даже существенно ниже ваших, однако важен его профессионализм именно в той сфере, где он является экспертом. Более того, даже в той сфере, в которой он учит вас, он может не быть суперзвездой. Важно только то, что он профессиональнее и может вам помочь достигнуть намеченный уровень.

Зачастую тренер и наставник – это один и тот же человек. Он никогда не предложит готовое решение и никогда не скажет, что так нельзя делать.

Он выслушает каждого из команды, поможет обобщить идеи и знания. Подскажет, на что надо обратить внимание и что особенно важно при решении конкретной задачи и достижении намеченной цели. Он вместе с вами будет искать новое решение. Вы будете учиться у него, а он – у вас. Наличие такого взаимодействия очень важно, и если в команде по-настоящему существует взаимопонимание, она непременно достигнет высоких результатов.

Этот человек научит правильно анализировать полученную информацию и применять теоретические знания на практике. Научит эффективно общаться не только внутри команды, но и с партнерами и соперниками. И вообще, он задаст ориентиры вашего развития, профессионального и личностного роста.

Поэтому уважайте и доброжелательно воспринимайте ваших наставников и тренеров – они искренне желают, чтобы вы становились лучше. А вам, тренеры и наставники, хочется пожелать – терпения вам и взаимного роста и развития вместе с вашей командой!

6.2. Знания должны быть прикладными!

Сначала обратимся к толковому словарю.

«Прикладной»:

1. имеющий чисто практическое значение, не теоретическое;
2. находящий применение на практике.

Соревнования AutoNet 14+ с полным правом можно назвать практико-ориентированными. Команда должна смоделировать, собрать и запрограммировать робота. И все – своими руками, используя собственные знания и имеющийся опыт. При этом, выполняя эту работу, приобретаются новые знания и они уже, в свою очередь, становятся прикладными. Какие преимущества вы при этом получаете?

Первое и неоспоримое преимущество – это знания, полученные опытным путем. Собственно, этот процесс и называется накоплением опыта. В дальнейшем этот приобретенный опыт может быть применен на других соревнованиях, но, самое главное, безусловно окажется нужным и в обычной жизни. Тренеры, наставники, участники – все они реальные практики и для каждого важно получить именно

те знания, которые впоследствии можно применить на практике. Тот, кто нацелен на теоретические знания, скорее всего, не пойдет на соревнования, ему интересно заниматься чистой наукой.

А теперь давайте заглянем чуть дальше. Возможно, вы уже размышляете: куда пойти учиться после окончания школы, кем и где работать. Эти вопросы актуальны в этом возрасте. Но у вас уже сейчас есть преимущества: вы не только обладаете теоретическими знаниями, эти знания подкреплены практикой. Про таких принято говорить: «он умеет работать не только головой, но и руками». Сейчас это самый высокоценный навык на рынке труда. Значит, вы имеете существенные преимущества!

Получайте новые знания, смело применяйте их на практике, постоянно анализируйте результаты. Участвуйте в разнообразных соревнованиях, не бойтесь экспериментировать и рисковать. И, конечно, после этого уже гораздо легче вступить во взрослую жизнь!

6.3. Уметь на практике применять теорию

С решением участвовать в соревнованиях наступает время применить на практике все полученные ранее теоретические знания.

Существует мнение, что практика важнее теории. Действительно, иногда теория основывается на анализе параметров практического эксперимента. С другой стороны, именно теоретические знания предоставляют возможность обоснованного эксперимента. Поэтому, эти две составляющие важны в равной степени.

Итак, вы полагаете, что имеете достаточный багаж теоретических знаний и решили принять участие в соревнованиях. Как эффективно применить эти знания на практике, с чего начать?

В первую очередь, необходимо внимательно изучить регламент и поставить перед собой конкретную цель. Затем цель разбить на 4-5 ключевых задач. Каждую из них следует разделить на простейшие под-

задачи, решение которых не вызывает особых трудностей, а если все же возникают вопросы, то найти ответы на них достаточно просто. После этого произвести инвентаризацию своих знаний и для каждой отдельной подзадачи определить ее теоретическую основу. На этом этапе важно четко определить, какой теоретический раздел необходимо применить и как он будет взаимосвязан с предыдущей и последующей подзадачами. Таким образом будет выстроена логическая цепочка теории. После того как отдельные подзадачи будут решены, можно объединить их в общее решение главной задачи.

Теперь все, что сделано своими руками и было применено на практике, можно обосновать теоретическими знаниями и доходчиво объяснить. В итоге: робот собран, Инженерная книга написана, команда готова грамотно представить свою работу на собеседовании. Цель достигнута!



6.4. Соревнования – площадка для проверки знаний и обучения командной работе, а не личное первенство!

Зачастую соревнования воспринимаются как арена некоей битвы, на которой ты либо победитель, либо проигравший. При таком подходе самые популярные выражения: «Победа любой ценой!» или «Умру, но выиграю!». Возможно, такой подход работает и эффективен у профессиональных спортсменов, но в робототехнике он приводит к тупиковой ситуации и выхода из нее нет, если не поменять отношение.

Итак, выясним: каким должен быть настрой участников и какой подход лучше всего использовать. Первое, что необходимо понять – отношения к соревнованиям должны строиться, начиная с взаимоотношений в команде. Следует помнить: команда – единый слаженный организм, работающий на саморазвитие. Все ее участники равноправны и имеют одинаковое право голоса, при этом каждый выполняет свой функционал, за который персонально отвечает, хотя остальные могут ему подсказывать и помогать. Только взаимопонимание и взаимное уважение даст возможность команде дойти до этапа регистрации, а потом – приехать на турнир и принять в нем участие. Уже на этом этапе к каждому должно прийти понимание, что внутри команды нет никакой конкуренции и все вместе работают на одну цель.

Таков взгляд на проблему изнутри. Давайте посмотрим на нее как бы извне. Что дают соревнования, зачем в них вообще нужно участвовать? Повторим еще раз: такое участие формирует некий опыт.

Каков же он?

Во-первых, здесь учат общаться с судьями и экспертами, правильно воспринимать вопросы и отвечать на них. Если вопрос не понятен, совсем не зазорно переспросить, чтобы судья или эксперт уточнили или детализировали свой вопрос.

Во-вторых, строится навык общения с другими командами. Самое главное – не воспринимать их как соперников. Правильно будет относиться с уважением. Не бояться делиться своими достижениями и наработками и, естественно, интересоваться решениями других участников. Так происходит обмен полезной информацией. Ведь всегда есть чему поучиться у других.

В-третьих, учимся корректно взаимодействовать с другими командами на соревновательной площадке. Это необходимо делать предельно внимательно и бесконфликтно.

В итоге, участвуя в соревнованиях, вы обогащаетесь оригинальными идеями, осваиваете новые знания, к вам приходит понимание, что и когда необходимо делать на поле для получения лучшего результата. А еще – растет круг новых друзей и коллег.

Все это составляет не только ваш собственный интеллектуальный багаж, но и коллективный потенциал команды, а приобретенный в ходе соревнований опыт становится важным этапом в процессе саморазвития личности.

Вид на перспективу: что день грядущий нам готовит?



7

7.1. Панорама инновационных технологий

7.2. Как AutoNet 14+ пригодится в будущем?

7.3. Вперед в AutoNet 18+!



7.1. Панорама инновационных технологий

Новостные ленты пестрят информацией о том, что «беспилотный автомобиль проехал», «Прошли испытаний автономного такси»... В нынешнее время данные фразы не являются чем-то необычным. Люди начинают привыкать, что скоро беспилотный транспорт войдет уже совсем привычно в нашу повседневную жизнь.

Однако создание полноценного беспилотного автомобиля – один из самых захватывающих вызовов для инженерной и технологической мысли начала XXI века и производственных компаний всего мира.

РВК совместно с консалтинговой компанией Frost & Sullivan подготовила отчет о перспективах развития рынка беспилотного автотранспорта. Исследование проведено по заказу организаторов технологических конкурсов Up Great, которые стартовали в России в рамках Национальной технологической инициативы (НТИ). Один из конкурсов линейки Up Great – «Зимний город» – направлен на разработку беспилотного автомобиля для эксплуатации в экстремальных климатических условиях.

Среди компаний, которые сейчас активно занимаются разработкой беспилотных автомобилей, можно выделить такие крупные автоконцерны, как Volkswagen, General Motors (GM), Jaguar Land Rover, Toyota, BMW и др. Также стоит отметить активную вовлеченность в этот процесс Google и Apple.

По прогнозам Frost & Sullivan, массовая коммерциализация производителями таких решений начнется после 2025 года.

Ключевым для развития беспилотных автомобилей будущего станет требование по обработке данных в реальном времени. Использование искусственного интеллекта в этой области может стать значительным шагом вперед на пути преодоления

барьера между полуавтоматическими и полностью автоматизированными автомобилями. Согласно прогнозу, к 2020 году автопроизводители смогут создать связанную экосистему, в которой транспортное средство будет самостоятельно обучаться, используя облачное хранилище данных и получая новые возможности через обновления, доступные для загрузки беспроводным способом. Разработкой такой экосистемы в настоящее время занимаются мировые технологические гиганты: IBM, Intel, Cisco, Google, Amazon и Nokia.

Привычная всем функция круиз-контроля, появившаяся на массовом автомобильном рынке США еще в 1970 годы, на самом деле стала *первой стадией* грядущей беспилотности. Машины, относящиеся ко *второй стадии*, уже могут самостоятельно замерять расстояние до впереди находящегося транспорта и менять свою скорость, исходя из дорожной ситуации. *Третья стадия*, которая сейчас прорабатывается – это полностью самостоятельное движение автомобиля по трассе, но с присутствием водителя в кабине. На этом этапе вмешательство человека в движение машины не требуется, водитель может просто наблюдать как счетчик наматывает километры. *Четвертая стадия* – аналогичная схема передвижения, но уже по городу. И последняя, *пятая стадия* беспилотности – движение транспорта по магистралям и городским дорогам вообще без водителей.

Эта траектория развития беспилотного автомобиля осталась бы просто красивой фантастической теорией, если бы постепенная автоматизация не доказывала реально существенную экономическую и практическую выгоду нового транспорта для бизнеса.

В течение пяти ближайших лет беспилотные грузоперевозки станут такой же нормой, как переход на смартфоны после кнопочных телефонов. Однако необходимо учитывать, что для этого должна быть подготовлена соответствующая дорожная инфраструктура, законодательная, страховая база.

Дороги, по которым будут передвигаться беспилотники, должны быть оснащены датчиками, и, возможно, охраняться специальными службами. Персонал, работающий на беспилотных трассах, должен носить одежду с чипами, чтобы не создавать помех движению. Сейчас уже строится беспилотная трасса из Москвы в Санкт-Петербург, но общая инфраструктура в российской глубинке зачастую не всегда полностью отвечает необходимым условиям даже для традиционного транспорта.

Безусловно, переход на беспилотный транспорт рождает множество страхов относительно обеспечения требований безопасности. Хакерские атаки, переход террористических угроз в сферу ИТ-технологий – это лишь некоторые важные и болезненные вопросы в сфере автоматизации транспорта.

В России, пожалуй, только с 2015 г. бизнес стал активно входить в технологии создания беспилотных автомобилей. Наиболее заметные сегодня разработки и компании:

- Беспилотный автомобиль Яндекс.Такси;
- Беспилотный автомобиль КамАЗ;
- Беспилотный автобус КамАЗ-1221 Шатл (совместно с НАМИ);
- Система автоматического вождения C-Pilot и Cognitive Agro Pilot (Cognitive Technologies);
- Беспилотный автобус MatrEshka (компания «Волгабас Робо Лаб»);
- Беспилотный грузовик Traft Truck Project (транспортная компания Traft);
- Автономное управление наземными транспортными средствами (компания «Аврора Роботикс»).
- На мировом рынке уже достаточно большое количество интересных проектов этом направлении, среди которых можно выделить следующие:
 - Tesla Motors - Tesla Model;
 - Waymo;
 - Otto;
 - Honda-Автопилот, Honda + SenseTime* Volvo Cars Group;

- Volkswagen Sedric;
- Toyota Safety Sense, Toyota e-Palette;
- Bosch (бортовой компьютер с искусственным интеллектом);
- Nvidia AI Traffic Jam Pilot, Nvidia Drive AI (платформа для самоуправляемых автомобилей);
- Harman International = Samsung Electronics;
- Ford Autonomous Vehicles;
- Ford Transit Connect (язык визуальной коммуникации для беспилотных автомобилей);
- Ford Fusion Hybrid (беспилотный автомобиль с гибридным приводом);
- Ford Wrong Way Alert;
- Mitsubishi Electric (технология автономного вождения);
- Renault-Автопилот;
- CARLA Simulator (тренинг беспилотных автомобилей);
- Alphabus;
- LG LTE V2X (связь для беспилотных автомобилей);
- Drvline (платформа для беспилотных автомобилей);
- Apollo (платформа для беспилотных автомобилей);
- Cisco Software Defined Vehicle, SDV + Hyundai Motor Company;
- ZF ProAI;
- General Motors (роботакси);
- Renesas R-Car H (защита подключенных к сети автомобилей);
- Continental (автономные системы вождения);
- Navya Arma (беспилотный автобус).

К сожалению, охватить подробнее такое большое количество интересных проектов по автопилотированию наземного транспорта в рамках данного пособия не представляется возможным, но при желании всегда можно найти необходимую информацию в сети Интернет.

Среди наиболее востребованных областей, где стараются внедрить автопилотированный транспорт являются следующие:

- Автономные такси;
- Автономные автобусы;
- Автономные грузовые перевозки;
- Автономная сельскохозяйственная техника.



Рис. 7.1. Беспилотное такси в Дубае

Например, 13 октября 2018 г. в Дубае заработал сервис беспилотных такси (рис. 7.1). Его начали тестировать в одном из районов города для перевозки пассажиров из одной определенной точки в другую. Скажем, можно проложить маршрут от торгового центра в кинотеатр или к непосредственно к жилому дому.

В работе используются модифицированные автомобили Mercedes-Benz E-Class. Они оснащены тремя специальными камерами, лидаром и четырьмя сенсорами на каждом из габаритов, которые анализируют дорожную ситуацию и помогают машине безопасно ездить по улицам. Сенсоры сканируют дорожную обстановку вокруг машины в радиусе 400 метров и позволяют избегать ДТП.

На этапе тестирования за рулем все же находится человек, чтобы при необходимости взять на себя управление автомобилем. В дальнейшем планируется использование такси вообще без водителей. Пока транспортные средства в режиме автопилота будут разгоняться максимум до 32 км/ч и перевозить только до четырех пассажиров, сообщили в Управлении автомобильного транспорта в Дубае (Dubai Roads and Transport Authority, RTA).

Правда, если быть совсем точным, первая в мире служба беспилотных такси заработала еще раньше, с 27 августа 2018 г., в Токио (рис. 7.2). Сервис в тестовом режиме запустили японский разработчик технологий автономного транспорта ZMP совместно с одной из ведущих таксомоторных фирм страны Hinomaru Kotsu.

Пассажиры могут проехать на беспилотном такси по фиксированному маршруту протяженностью око-



Рис. 7.2. Беспилотное такси в Японии

ло 5,3 км между районами Отемати и Роппонги. По сообщению агентства Kyodo, пока что такси-мини-вен, оснащенный различными сенсорами и беспилотными технологиями, совершает по четыре поездки в день туда и обратно. ZMP и Hinomaru Kotsu рассчитывают запустить коммерческий сервис в полном объеме в 2020 году, когда японская столица будет принимать летние Олимпийские Игры.

Отмечается, что хотя такси работает полностью в беспилотном режиме и совершает повороты, перестроения в транспортном потоке и остановки без вмешательства людей, для гарантии полной безопасности за рулем находится водитель, а в салоне - еще и ассистент.

В начале мая 2018 г. производитель автомобильных комплектующих Aptiv (бывший Delphi) объявил о выводе на дороги общего пользования 30 самоуправляемых машин (рис. 7.3). Они начали ездить в Лас-Вегасе в рамках предлагаемого компанией Lyft сервиса совместного использования транспортных средств (райдшеринг).

Что касается примеров запуска автономных автобусов, то стоит отметить, что 26 сентября 2018 г. правительство австралийского штата Новый Южный Уэльс объявило о начале курсирования беспилотных автобусов по дороге вокруг Олимпийского парка в Сиднее с целью перевозки пассажиров. Это новый этап двухлетнего исследования, начатого по инициативе правительства за год до этого, когда беспилотные автобусы проходили испытания безопасности без пассажиров на том же участке шоссе.

Впервые беспилотные автобусы (рис. 7.4) появились на дорогах общего пользования 2 дека-



Рис. 7.3. Робомобиль в Лас-Вегасе



Рис. 7.4. Беспилотный автобус, КНР

бря 2017 г. в городе Шэньчжэнь китайской провинции Гуандун. Как сообщило издание China Daily, по тестовому маршруту протяженностью 1,2 км отправились четыре «умных» автобуса Alphabus. Они ехали со скоростью от 10 до 30 км/ч и сделали по пути три остановки. Вся поездка заняла около пяти минут.

В начале сентября 2016 г. в Дубае также был запущен десятиместный беспилотный автобус. Длина маршрута составила 700 м. Инновационный транспорт, разработанный французской группой Easy Mile в сотрудничестве с компанией Omnic, оснащен электрическим двигателем и развивает скорость до 40 км/час.

В октябре 2017г. американский благотворительный фонд Bloomberg Philanthropies и Институт Аспена (Aspen Institute) представили первую в мире интерактивную карту городов с беспилотными автомобилями (рис. 7.5). Российские города на ней отмечены.

К моменту создания такой карты она содержит 53 города, в которых либо уже тестируют самоуправляемые машины, либо местные власти собираются разрешить их испытания.

Согласно этому гиду, пилотные испытания беспилотных автомобилей проходят в 35 городах мира, 11 из которых находятся в США. Пять городов располагаются в Голландии, четыре – в Великобритании, еще три – в Китае. Во Франции и Канаде по два города принимают испытания автобеспилотников, в Японии, ОАЭ, Швеции, Сингапуре, Финляндии,

Норвегии, Южной Кореи и Австралии испытания проходят в одном городе каждой из этих стран.

Еще в 18 городах готовятся к экспериментам с продвинутыми автопилотами или проявляют сильный интерес к таким транспортным средствам. В частности, речь идет о Лос-Анджелесе, Нэшвилле, Тель-Авиве, Буэнос-Айресе и Сан-Паулу.

К сожалению, на карте пока нет российских городов. Относительно проведения испытаний в России известно следующее: «КамАЗ» тестирует робомобили в Набережных Челнах и подмосковном Ногинске. В августе 2017 г. в московском технопарке «Калибр» открылся полигон для тестирования беспилотных автомобилей и автобусов. В том же месяце премьер-министр Дмитрий Медведев поручил разработать условия для использования беспилотных автомобилей в России. Такую машину разработали в «Яндексе» и продемонстрировали президенту России Владимиру Путину уже в сентябре.

А 26 сентября 2018 г. в Инновационном центре «Сколково» открылась «Станция мониторинга» – высокотехнологичная база для испытаний беспилотных транспортных средств (БПТС). Тестирование осуществляется в условиях, приближенных к дорогам общего пользования. Станция использует перспективную сеть 5G. Первыми испытания прошли автобусы второго поколения «НАМИ-КАМАЗ» проекта 1221 «ШАТЛ» (рис. 7.6).

На сентябрь 2018 г. действующие разрешения на опытную эксплуатацию беспилотного транспор-



Рис. 7.5. Карта городов мира с беспилотными автомобилями



Рис. 7.6. Станция мониторинга

та в условиях инфраструктуры «Сколково» имеют три компании – Государственный научный центр РФ ФГУП «НАМИ», ООО «Волгабас Робо Лаб» и ООО «Инновационный центр «КАМАЗ».

Для тех, кому интересно отслеживать новости автономного транспорта, рекомендуем сайт

<http://www.robogeeek.ru/avtonomnyi-transport>. Все мировые новости по направлению достаточно оперативно находят отражение на этом сервисе.

7.2. Как AutoNet 14+ пригодится в будущем?

Помимо глобальной цели, а именно: популяризация и развитие современных технологий среди молодежи, соревнования AutoNet 14+ имеют и узконаправленную цель: содействие формированию компетенций, практических знаний и умений, необходимых современному инженеру, в том числе с учетом задач Национальной технологической инициативы.

Кто же он такой – современный инженер? Что такое Национальная технологическая инициатива, какие цели она перед собой ставит?

Национальная технологическая инициатива (НТИ) – программа глобального технологического лидерства России к 2035 году. В Послании Федеральному собранию 4 декабря 2014 г. Президент России В. Путин обозначил НТИ одним из главных приоритетов государственной политики. (рис. 7.7).

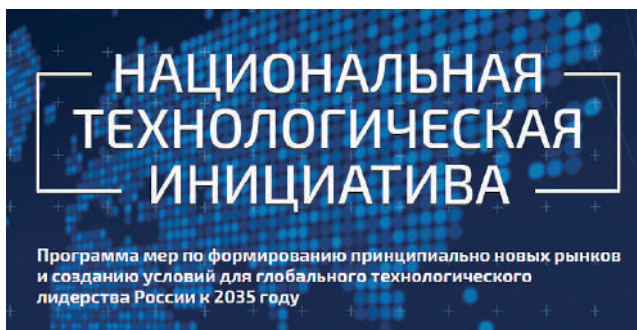


Рис. 7.7. Эмблема НТИ

Основными целями НТИ являются:

- Сохранение и развитие конкурентных преимуществ в способности производить продукты и услуги, востребованные на международных рынках;
- Развитие приоритетных отраслей, составляющих основу национальной экономики;
- Обеспечение эффективного взаимодействия социальных и государственных институтов и прочих факторов, касающихся бизнес-среды и различных аспектов ее организации;
- Создание инновационного и экспортного потенциала в приоритетных сегментах рынка;

- Совершенствование законодательства и устранение административных барьеров.

Одним из самых актуальных секторов НТИ является Автонет – направление по развитию услуг, систем и современных транспортных средств на основе интеллектуальных платформ, сетей и инфраструктуры применительно к логистике людей и вещей.

Последние несколько лет рынок Автонет активно развивается во всем мире.

Решения для систем мониторинга транспорта, in-dooг навигации, телематические, мультисервисные и шеринговые платформы внедряются в странах Европы, Азии и Америки. Все больше компаний разрабатывают технологии для автомобилей, посредством которых машины будут «общаться» друг с другом и использовать данные в реальном времени от объектов дорожной инфраструктуры. Электрокары и беспилотный транспорт стали новым технологическим трендом наряду с блокчейном и криптовалютами.

Один из ключевых сегментов рынка Автонет – *телематические транспортные и информационные системы*.

К ним относятся:

- Информационно-навигационные системы и системы мониторинга транспорта и другие телематические транспортные системы;
- Системы сбора, обработки и анализа данных, искусственного интеллекта и кибер-безопасности;
- Системы помощи водителю и комплектующие;
- Беспилотные автомобили и автомобили высокой степени автоматизации.

Как видим, задачи стоят масштабные и для их реализации нужны подготовленные инженерные кадры.

Глобальная картина понятна: развитие массового высокотехнологичного производства привело к тому, что сегодня доля инженерного труда в создании продукции превышает долю труда рабочего. И эта пропорция в дальнейшем будет только возрастать.

Однако не так давно у нас в стране существовало устойчивое снижение интереса молодежи к инже-



нерным и техническим профессиям. В отдельных регионах до сих пор перспективными работниками считаются экономисты, адвокаты, медики, менеджеры, но представители инженерных специальностей в этом перечне не значатся. Между тем система подготовки инженерных кадров и престижность этой профессии в общественном сознании явно становится одним из наиболее важных элементов конкурентоспособности любого государства в мировой экономике.

Сложившаяся ситуация требовала разворота государственных структур, привлечение внимания СМИ и научно-технических общественных организаций к активизации повышения престижа естественнонаучных и инженерных специальностей. И постепенно такой разворот стал возможен.

Поэтому вернемся к вопросу: какова сегодня миссия инженера?

Деятельность современного инженера – это креативное приложение научных принципов к планированию, созданию, управлению, эксплуатации, руководству или работе систем, которые предназначены улучшать нашу повседневную жизнь.

Инженерный труд – самостоятельный вид трудовой деятельности, отличающийся от деятельности

научных работников и квалифицированных рабочих. В триаде учёный–инженер–рабочий, необходимой для развития научно-технического прогресса, именно инженер является ключевой центральной фигурой.

Глобальная экономика ещё более усиливает конкуренцию и, как следствие, ускоряет темп сменяемости всех видов технологий во всех сферах человеческой деятельности. Поэтому современные инженеры должны обладать высоким уровнем квалификации, инновационного мышления, профессиональной мобильности и, безусловно, соответствующей мотивацией и ощущением престижности своего труда.

Из всего многообразия требований к инженерам вообще, и к инновационным инженерам в особенности, основными следует считать развитый механизм принятия технических решений на изобретательском уровне, способность находить необходимую информацию и самообучаться. Именно эти качества являются базовыми для продуктивной трудовой и творческой деятельности инженера в качестве генератора идей и, одновременно, их исполнителя.

В каждой из развитых стран существует система предъявления требований к качеству инженерной



подготовки и признанию инженерных квалификаций. Одним из обязательных критериев успешности освоения профессиональной программы является наличие у выпускника таких компетенций, как умение работать в коллективе по междисциплинарной тематике и эффективно общаться.

В перечне изучаемых дисциплин большинства колледжей и технических университетов отсутствуют предметы, обучающие студентов инженерных специальностей основным умениям инновационного инженера. Во многом это связано с дефицитом учебных часов и сложившейся системой обучения. Поэтому студенты с развитым мышлением, в полной мере освоившие комплексный междисциплинарный подход к изучаемым предметам и умеющие реализовывать его на практике – это особый, наиболее ценный ресурс для России. Именно такие «незауженные» студенты становятся настоящими инновационными инженерами, востребованными везде, где необходимо решать вроде бы не решаемые пока задачи.

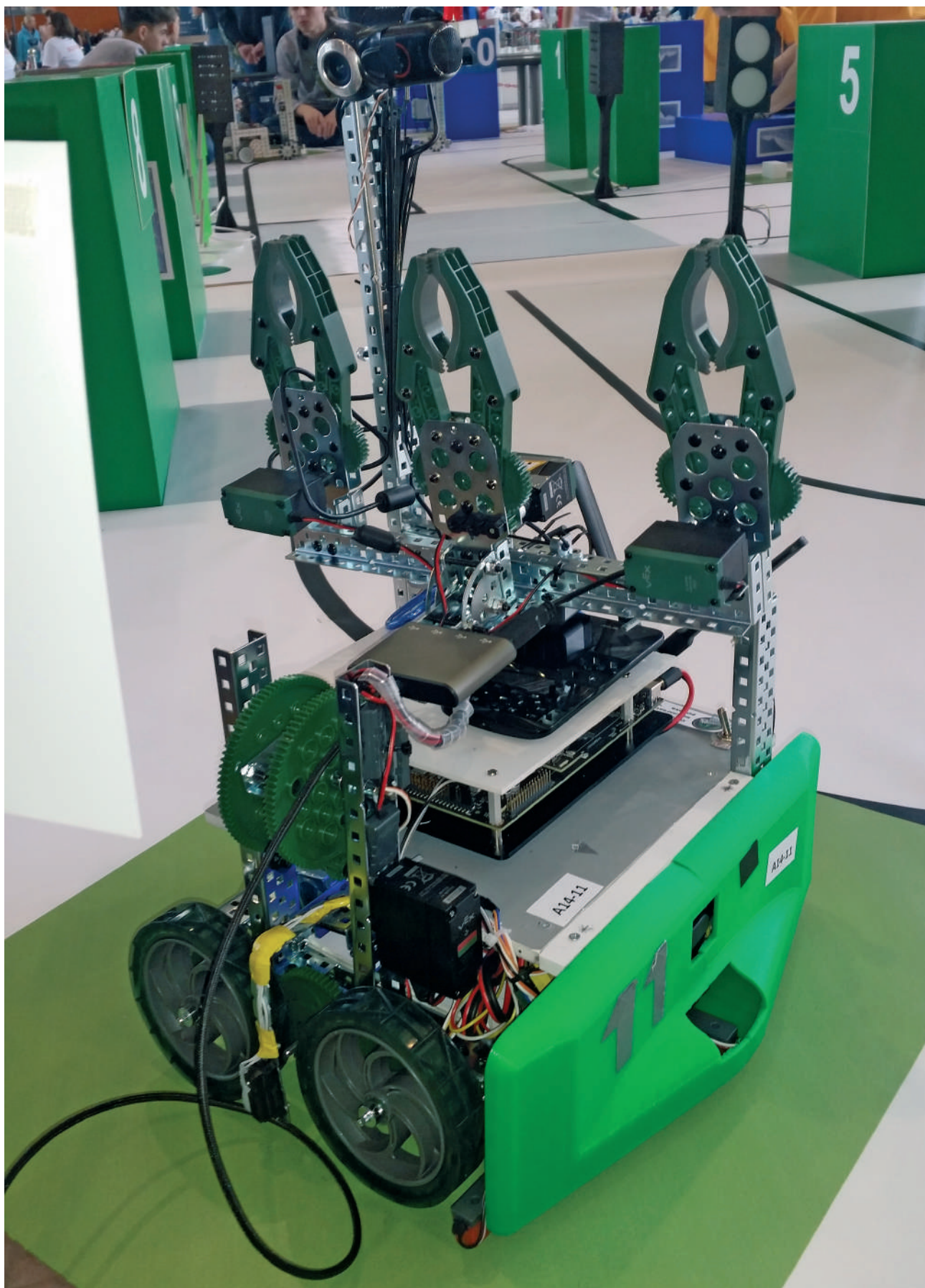
Чтобы вырастить этот «особый ресурс», сегодня у нас резко меняется отношение к образованию и профессиональной ориентации школьников, идет активное вовлечение молодежи в науку и инженерное дело,

будь то фестивали науки, соревнования роботов, выставки, побуждающие молодых людей придумывать, конструировать, изобретать — чтобы самим быть создателями новаций, а не только их потребителями.

Соревнования AutoNet 14+ – это робототехнические состязания, призванные способствовать формированию инженерных компетенций, практических знаний и умений, безусловно необходимых при создании автономных транспортных и дорожных систем с распределённой сетью управления автотранспортом без водителя.

Пробуя свои силы в данном направлении, участники получают реальный опыт работы в команде, ценные навыки практического решения актуальных инженерно-технических задач, опыт проектирования и реализации автономных дорожных систем, что, несомненно, положительно существенно поможет всестороннему развитию личности в современном высокотехнологичном мире, даже если этот участник не выберет путь инженера.

Те же, кто решат связать свою дальнейшую жизнь с очень важной и нужной профессией инженера, смогут применять непосредственно на практике полученные знания и опыт.



7.3. Вперед, в AutoNet 18+!

Вот тебе уже 17 лет и совсем скоро твоя жизнь сильно изменится! Впереди – выпускные экзамены, поступление в колледж или вуз. Правда, говорят: «Кто хоть раз заболел робототехникой, излечиться не сможет никогда». А может быть, и не захочет. Ведь очень часто робототехника так и не может отпустить, и тогда – РОБОФЕСТ ждет тебя снова в соревновательном направлении AutoNet 18+!

Собрать хорошую команду можно из единомышленников в своем учебном заведении, даже если оно непрофильное, или же обратиться в профильные вузы, где обычно готовят команды данного направления, поскольку на соревнованиях не запрещено участие сборных команд. Команда может быть даже из предыдущей учебной структуры, которую вы представляли раньше в формате AutoNet 14+, только необходимо привлечь в нее участников старше 18 лет.

Не стоит бояться, что в этом направлении все очень сложно и ваши конкуренты – взрослые студенты, аспиранты или просто заинтересованные энтузиасты до 30 лет – все знают, умеют и целыми днями только и занимаются, что программируют роботов. Зачастую оказывается, что свои силы представляют абсолютно разные по подготовке команды и в выигрышной ситуации оказываются именно те, кто понимает, что такое настоящий соревновательный командный настрой, кто не сдастся, а ищет решения, даже если казалось бы пора собирать чемодан домой.

Участие в составе команды в направлении AutoNet 14+ даже в течение одного года позволяет достаточно легко перейти в следующую возрастную категорию AutoNet 18+. Это возможно благодаря тому, что вы уже хорошо умеете читать регламенты, понимаете процедуры допусков, квалификаций,

имеете опыт в написании Инженерной книги, понимаете важность расписаний и не паникуете от таких понятий, как регистрация, пакеты участников, обеды.

Сформированные компетенции и накопленный опыт в разработке мобильных робототехнических систем, способных в автономном режиме решать задачи транспортировки, ориентироваться в условиях городского движения и принимать решения в различных дорожных ситуациях, позволят вполне успешно перейти на следующую ступень на пути формирования новых компетенций в сферах построения интеллектуальных систем, компонентов искусственного интеллекта и разработок беспилотного транспорта.

В первый год занятий в новом для вас формате AutoNet 18+ вполне можно использовать методы и средства решения поставленных задач по аналогии с AutoNet 14+. Если верите в свои силы и хотите профессионального роста, будет очень полезным научиться использовать лазерные сканеры, строить нейронные сети.

Не забывайте о стратегии! От ее выбора зависит многое, как и в любой другой категории направления Автонет.

И еще: часто в данной категории AutoNet 18+ бывают весьма ценные призы. Однако более важно, что ваши данные попадают в базу данных кадрового резерва ведущих предприятий России, где после окончания вуза вы наверняка сможете найти свое место для хорошего старта своей инженерной карьеры.

Главное – ничего не бойтесь, творите, создавайте, экспериментируйте и получайте от процесса истинное удовольствие!

Список литературы:

К Главе 1:

- Юревич Е.И. Основы робототехники: уч. Пособие. – 4 изд. перераб. и доп. – СПб.: БХВ–Петербург, 2017. – 304 с. Ил. – (Учебная литература для вузов).
- https://ru.wikipedia.org/wiki/Системный_подход (дата просмотра 24.12.2018)

К Главе 7:

- <http://nti2035.ru/markets/autonet> (дата публикации 15.11.2018)
- <http://www.rusnor.org/pubs/articles/11432.htm> (дата публикации 15.11.2018)
- <http://www.robogeek.ru/avtonomnyi-transport> (дата публикации 15.11.2018)
- <http://www.forbes.ru/karera-i-svoy-biznes/347503-bespilotnoe-budushchee-zachem-biznesu-novyy-vid-transporta> (дата публикации 15.11.2018)
- [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Беспилотные_автомобили_\(мировой_рынок\)](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Беспилотные_автомобили_(мировой_рынок)) (дата публикации 15.11.2018)



ДЕРЗАЙТЕ, ДРУЗЬЯ, УДАЧА БЛИЗКА!

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение. Вас приветствует «Группа ГАЗ»!	2
1. Об инженерном мышлении и проектном подходе	5
1.1. В профессиональной среде говорим на профессиональном языке	5
1.2. Принципы системного подхода	6
1.3. Обзор правил и поля Autonet14+	9
1.4. Обзор турнира Autonet14+	11
1.5. Квалификация и технический допуск	12
1.6. Бонусная поддержка «продвинутых» вариантов распознавания адреса	13
1.7. Оценка Инженерной книги	14
1.8. Собеседования в технической зоне	14
1.9. Финальная часть турнира и определение победителей	15
2. Компетенции AutoNet14+	19
2.1. Каким «аршином» мерить базовые инженерные навыки?	19
2.2. Компетенция «Конструирование»	19
2.3. Компетенция «Программирование»	23
3. От кульмана и ватмана – к 3D-технологиям и дополненной реальности	27
3.1. Как рождается оптимальная конструкция	27
3.2. Основные принципы конструирования	27
3.3. Структура робота АН14+	29
3.4. Конструирование шасси, типы приводов	32
3.5. Устройства загрузки и выгрузки	34
3.6. Прочие компоненты робота	36
4. Хитрости программирования: как сделать так, чтобы все получилось?	39
4.1. Как устроен «мозговой центр» робота?	39
4.2. О датчиках, тонкостях управления и точном движении	41
4.3. Управление движением робота	43
4.4. Обнаружение грузов	46
4.5. Распознавание адреса	47
5. Правильная Инженерная книга: из чего состоит и как ее подготовить	51
5.1. И лицо и содержание: все как у аккуратного отличника	51
5.2. Структура книги	52
5.3. Оформление книги и стиль команды – все взаимосвязано!	60
6. А теперь – все на Олимпиаду!	63
6.1. Миссия тренера и наставника	63
6.2. Знания должны быть прикладными!	64
6.3. Уметь на практике применять теорию	64
6.4. Соревнования – проверка знаний и учеба, площадка для самосовершенствования, а не личное первенство!	66
7. Вид на перспективу: что день грядущий нам готовит?	69
7.1. Панорама инновационных технологий	69
7.2. Как АН14+ пригодится в будущем?	74
7.3. Вперед, в АН18+!	78

УДК 373.167
ББК 32.97
Т16

Серия основана в 2018 г.

Т16 Туманов А. А., Азиатцева А. В., Сигинова А. А.
РОБОФЕСТ: AutoNet 14+. Путь к победе. Учебно-методическое пособие. Корпоративное издание. Серия: «Библиотека Фонда поддержки социальных инноваций «Вольное Дело». М. 2019. — 80 с: ил.

Эта книга для тех, кто хочет быть готовым опередить самые смелые прогнозы о грядущем наступлении эры беспилотного наземного транспорта. Уже совсем не в диковинку такое понятие как «интеллектуальный автомобиль» и многие его производные: «беспилотное такси», «робоавтобус», «грузовик на автопилоте». Однако к светлому «завтра» нужно привыкать уже сегодня, учиться не только уверенно пользоваться экзотическими пока «самодвижущимися повозками», но и непосредственно участвовать в их разработке, хорошо понимать принципы и тенденции их создания. И лучшего способа для этого, чем участие в соревновании AutoNet 14+ просто не придумать!

Ключевая задача направления – разработка мобильных робототехнических систем, решающих в автономном режиме задачи транспортировки грузов, способных ориентироваться в условиях городского движения и принимать самостоятельные решения в различных дорожных ситуациях.

Издание, которое вы держите в руках – не учебник, не справочник и, тем более, не рабочая инструкция. Своей основной задачей авторский коллектив считал создание реального пособия для начинающих разработчиков автопилотируемых систем. Оно направлено, в первую очередь, на обеспечение необходимого минимального уровня теоретических знаний и практических умений. Но это – трамплин, используя который, можно начать реализовывать себя в избранном направлении уже сейчас.

УДК 373.167
ББК 32.97

*Учебно-методическое пособие
Корпоративное издание*

Серия: «Библиотека Фонда поддержки социальных инноваций «Вольное Дело»

Туманов Алексей Анатольевич
Азиатцева Алёна Вениаминовна
Сигинова Анастасия Андреевна

РОБОФЕСТ: AutoNet 14+. Путь к победе

Ведущий серии и литературный редактор *С. В. Гончаренко*
Дизайн и компьютерная верстка *В. Е. Шкерин*
Подписано в печать Формат 84 x 108/16
Усл. печ. л. Заказ