

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ
РАДИОТЕХНИКИ, ЭЛЕКТРОНИКИ И АВТОМАТИКИ
(ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

ВИРТУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОНОМНЫХ
ОБЪЕКТОВ, РОБОТОВ И СИСТЕМ

Методические указания
по проведению
лабораторных работ

Москва 2012 г.

Составитель: Д.В. Евстигнеев

Материал предназначен для студентов очно-заочной формы (бакалавр), проходящих обучение по дисциплине Б.3.В.0 «Виртуальное моделирование автономных объектов и систем» специальности 220400.62 «Управление в технических системах», а также по дисциплине Б.3.В.ДВ.04.01 «Виртуальное моделирование и проектирование автономных роботов» специальности 221000.62 «Мехатроника и робототехника». При использовании литературы, рекомендуемой в данном методическом указании, материал может быть использован для самостоятельной работы при освоении данных дисциплин.

Лабораторная работа №1. Разработка конструкции автономного робота

Цель работы: получение практических и теоретических навыков разработки конструкции автономных робота в среде 3D Studio MAX для моделирующего программного комплекса Dyn-Soft RobSim 5.

Задание:

С помощью программного комплекса 3D Studio MAX разработать собственную уникальную модель конструкции мобильного робота или иного объекта, предназначенного для автономного движения в среде с препятствиями.

Вариативность задания обеспечивается за счет уникальности конструкции робота, определяемой фантазией студента и ограниченной требованиями задания.

Разрабатываемый автономный робот должен отвечать следующим требованиям:

1. Ширина не более 40 см;
2. Длина не более 80 см.
3. Скорость движения шасси не менее 1 м/с;
4. Робот должен быть оснащен, как минимум, 3-х звенным манипулятором, способным подниматься на высоту не менее 1,5 м.
5. Объект должен быть предназначен для самостоятельного движения на расстояние не менее 1 км.

Предусмотреть на роботе места размещения двигателей, одной или видеокамер, дальномеров и прочих сенсоров.

Обязательное требование: *MAX-файл с роботом обязательно должен совпадать с фамилией студента!*

Содержание отчета:

1. Название и цель работы.
2. Габаритные размеры разработанной модели объекта.
3. Внешний вид автономного объекта (экранная распечатка).

4. Вывод о соответствии конструкции разработанной модели требованиям задания к лабораторной работе.

Порядок работы:

Для разработки модели автономного робота необходимо использовать программный комплекс 3D Studio MAX (версии 9 и выше).

Модель следует создавать, переключив единицы измерения в 3D Studio MAX (пункт меню Customize | Units Setup) на сантиметры (по умолчанию все размеры в условных единицах, соответствующих дюймам).

Геометрический центр автономного робота должен находиться в плоскости в начале координат, а по высоте колесами стоять на плоскости $Z=0$. Передняя часть автономного робота должна быть ориентирована в положительном направлении по оси Y (на виде сверху передняя часть робота должна быть вверху экрана).

Работа на программном комплексе 3D Studio MAX состоит из следующих основных этапов:

- создание геометрической модели;
- наложение материалов;
- создание кинематических связей.

Создание трехмерного изображения производится в трех проекциях (вид сверху, вид слева, вид спереди). Три вида дополняет вид «перспектива». Редактирование рекомендуется производить на трех основных видах, а вид «перспектива» использовать лишь для наблюдения за полученным результатом.

Для создания модели необходимо использовать любой из примитивов (сфера, цилиндр, труба, параллелепипед и др.) с командной панели из закладки «Create» с подзакладки «Geometry». Выбрав примитив необходимо кликнуть мышкой в один из видов и, удерживая кнопку мыши, отвести мышку в сторону, задав один из параметров объекта. Затем, отведя мышку в сторону, задать второй параметр объекта, если он есть, и кликнуть мышкой, чтобы его подтвердить. И т.д. Создав объект,

на командной панели можно изменить его параметры (высота, длина, число сегментов и т.д.).

Созданный объект можно перетащить в нужное место, выбрав на панели инструментов инструмент «перемещение». С помощью инструмента «вращение» можно повернуть объект.

Если необходимо создать копию объекта, то его следует перемещать, удерживая клавишу SHIFT на клавиатуре. Удалить выделенный объект можно клавишей DELETE на клавиатуре.

Если параметры объекта следует изменить, но объект был создан уже давно, то необходимо зайти на вкладку «Modify», расположенную на командной панели.

Для создания сложных объектов рекомендуется использовать модификаторы Edit Mesh. Применяв этот модификатор к объекту можно переместить его опорные точки (Vertex), модифицировать поверхности (faces и polygons), а также объединять геометрии.

Нередко для создания сложной формы удобно использовать лофт-объекты (фигура вращения или перемещения). Для создания лофт-объекта следует создать двухмерную замкнутую фигуру с помощью примитивов на закладке закладке «создать» и подзакладке «фигуры» (shade). После создания фигуры при необходимости ее можно изменить с помощью модификатора «Edit Spline» («редактировать сплайн»). Кнопка этого модификатора находится на командной панели на закладке «Modify». Далее для создания поверхности вращения или перемещения следует использовать модификаторы «Extrude» (выдавить, для создания поверхности перемещения) и «Lathe» (вращать, для создания поверхности вращения). При создании поверхности перемещения в параметрах модификатора следует написать глубину выдавливания.

При рисовании каких-либо гладких объектов можно использовать инструменты FFD(box) или FFD(Cyl).

Поощряется использование материалов и текстур. Для этого необходимо открыть редактор материалов (клавиша “M” или пункт меню «Rendering | Material Editor»). Модель материала


следует использовать «Blinn». При этом важно задавать свойство Specular Level отличное от нуля.


В Dyn-Soft RobSim 5 поддерживаются три цвета материала (Ambient, Diffuse и Specular), а также Self-Illumination.

Возможно использование текстур, наложенных на различные карты (Maps). Поддерживается карта текстур Diffuse Color, Bump, Reflection. В качестве текстуры Diffuse Color поддерживается несколько типов текстур, однако для разработки робота следует использовать только текстуры типа Bitmap (картинка). Все файлы текстур должны храниться в подпапке «Тех» программного комплекса RobSim 5. Поддерживаются типы файлов JPG, PNG, BMP, GIF, DDS, TGA. Рекомендуется создавать текстуры, размер которых кратен степени двойки, а также при возможности использовать формат DDS.

Картой текстуры Bump не следует злоупотреблять из-за вычислительных сложностей ее реализации (не на всех видеокартах в Dyn-Soft RobSim 5 поддерживается карта текстур Bump).

В качестве карты текстры Reflection рекомендуется использовать уже готовую текстуру reflection.dds из папки «Тех» в Dyn-Soft RobSim 5.

Для того чтобы материал отображался на объекте также, как в редакторе материалов, у материала следует нажать кнопку «Show Map in Viewport» ()

Для того чтобы поместить материал из редактора материалов на выделенный объект (объекты) следует нажать кнопку в редакторе материалов «Assign Material to Selection» () или просто перетащить материал из слота на выделенный объект.

Если на объект накладывается материал с текстурой, то для размещения материала следует использовать модификатор «UVW-mapping». В параметрах модификатора имеется несколько типов размещения материала: плоское, сферическое, цилиндрическое и т.д.

Dyn-Soft RobSim 5 поддерживает мультиматериал, автоматически формируемый при наложении нескольких материалов на разные грани объекта.

Геометрические объекты должны быть связаны между собой с помощью инструмента «Select and link».

Созданного робота необходимо сохранить в МАХ-файл, совпадающий с фамилией студента.

Контрольные вопросы:

1. Основные принципы работы с 3D Studio MAX.
2. Возможности модификатора Edit Mesh.
3. Основные требования к моделям роботов для Dyn-Soft RobSim 5.
4. Основные требования к текстурам моделей, подготовленных для экспорта в Dyn-Soft RobSim 5.
5. Методы наложения материалов на объекты в 3D Studio MAX.

Лабораторная работа №2. Аппаратные средства виртуальной модели автономного робота

Цель работы: получить практические навыки по выбору аппаратуры для создания автономного робота, а также навыки подготовки и экспорта моделей Dyn-Soft RobSim 5 для проведения испытаний в виртуальной среде.

Задание:

1. С помощью программного комплекса 3D Studio MAX разметить на модели автономного робота, созданной в предыдущей лабораторной работе, следующие объекты:

- поверхность столкновения (объекты «Тело»);
- оси вращения и перемещения (объекты «Ось» и «Линейное звено»);
- двигатели;
- колеса;
- батарею питания;
- камеры;
- бортовой вычислитель;

- плату контроллера управления исполнительными механизмами;
- дальномеры;
- модули GPS/Глонасс;
- антенны (при необходимости);
- сетевые коммутаторы и WiFi-роутеры (при необходимости);
- преобразователь напряжения, необходимый для питания бортовой аппаратуры автономного робота.

2. Связать объекты между собой.

3. Экспортировать модель в программный комплекс Dyn-Soft RobSim 5.

Содержание отчета:

1. Название и цель работы.
2. Внешний вид автономного робота в среде Dyn-Soft RobSim 5.
3. Внешний вид автономного робота в 3D Studio MAX с отображением на нем вспомогательных объектов.

Порядок работы:

1. Работы проводятся на персональном компьютере, на котором установлены 3D Studio MAX (версии 7 и выше), средство моделирования Dyn-Soft RobSim 5 и средства разработки Dyn-Soft RobSim 5, включая плагин для 3D Studio MAX.

2. Необходимо разметить на автономном роботе тела (объект «Тело» с панели RobSim5). Тела должны аппроксимировать внешнюю конструкцию автономного робота, а также при необходимости размечать внутренние перегородки и элементы крепления. Каждому объекту «Тело» следует задать материал и способ изготовления (монолитный, пустой, имеет каркас). Разработчику рекомендуется следить за массой каждого объекта «Тело». Объекты «Тело» должны быть привязаны к объекту, который они аппроксимируют.

3. При необходимости произвести коррекцию модели так, чтобы установленные аппаратные средства размещались внутри конструкции и не пересекались друг с другом. При размещении компонентов конструкции за пределами конструкции необходимо нарисовать в 3D Studio MAX внешний вид данных компонентов и аппроксимировать их объектами «Тело».

4. Для создания осей вращения и перемещения следует использовать объекты «Ось» и «Линейное звено». В параметрах данных объектов следует задавать адекватные моменты и силы трения. Объект «Ось» должен быть привязан к объекту, вокруг которого производится вращения, а вращаемый объект должен быть привязан к оси. Аналогично с линейными звеньями.

5. Двигатели и батареи питания создаются с помощью соответствующих объектов панели «RobSim5», а их модель выбирается из базы данных. Рекомендуется использовать двигатели со встроенным редуктором. Установив и привязав двигатель к соответствующему геометрическому объекту, следует привязать оси вращения и перемещения к двигателям путем выбора двигателя в параметрах объектов «Ось» и «Линейное звено».

6. Объект «Колесо» может быть задан параметрически, однако рекомендуется использовать готовые колеса из базы данных. Объект «Колесо» должен аппроксимировать геометрическое колесо. Геометрические объекты, образующие колесо, должны быть привязаны к объекту «Колесо», а сам объект колесо привязан к объекту крепления колеса. К осям колеса привязывать не требуется. Двигатель, вращающий колесо, задается в параметрах объекта «Колесо».

7. Для экспорта в Dyn-Soft RobSim 5 сохраните модель в MAX-файл, а затем выберите в 3D Studio MAX пункт меню «File | Экспорт робота».

Контрольные вопросы:

1. Основные компоненты панели RobSim.
2. Минимальный набор бортового оборудования мобильного робота.

3. Объект «Тело». Назначение. Порядок применения. Свойства.
4. Объект «Колесо». Назначение. Порядок применения. Свойства.
5. Двигатели в Dyn-Soft RobSim 5.
6. Оси и линейные звенья в Dyn-Soft RobSim 5.

Лабораторная работа №3. Электрическая схема и пульт управления автономного робота

Цель работы: Получение практических навыков по созданию электрической схемы автономного робота и разработки его пульта управления.

Задание:

1. С помощью редактора схем и подключений Dyn-Soft RobSim 5 подключить бортовой вычислитель к источнику питания, подключить к нему видеокамеры и средства связи.

2. С помощью встроенного редактора структурных схем создать модель простейшего программного обеспечения для пульта управления и бортового вычислителя, решающего следующие задачи:

- Организация канала передачи данных от пульта управления в бортовой вычислитель робота.
- Передача данных от органов управления пульта управления в бортовой вычислитель робота.
- Передача видеоизображения от бортовых камер робота в интерфейс с пользователем.

3. Разработать принципиально-электрическую схему и макет печатной платы контроллера управления исполнительными механизмами с помощью средств разработки Dyn-Soft RobSim 5. На плате предусмотреть и выбрать подходящую модель:

- разъемов;
- микропроцессоров;

- силовых ключей;
- схем организации канала связи с бортовым вычислителем.

4. Контроллер должен иметь возможность управления мощностью и направлением вращения каждого двигателя робота по команде с бортового вычислителя.

5. В случае использования микропроцессоров на плате контроллера разработать для них соответствующее программное обеспечение с помощью редактора структурных схем программного обеспечения Dyn-Soft RobSim 5.

6. Проверить работу аппаратуры с помощью средств моделирования Dyn-Soft RobSim 5.

Содержание отчета:

Отчет должен содержать:

1. Название и цель работы.
2. Общую электрическую схему автономного робота.
3. Электрическую схему контроллера (контроллеров) управления исполнительными механизмами автономного робота.
4. Структурные схемы программного обеспечения бортового вычислителя.
5. Структурные схемы программного обеспечения пульта управления и внешний вид его пользовательского интерфейса.
6. Выводы о работоспособности модели по результатам моделирования в Dyn-Soft RobSim 5.

Порядок работы:

1. Для создания электрических схем для загруженной в 3D Studio MAX модели разрабатываемого автономного робота необходимо нажать кнопку «Схема» на панели RobSim 5. При этом открывается редактор схем и подключений. На схеме в виде соответствующих иконок будут размещены электрические компоненты моделируемого объекта, уставленные на модель в 3D Studio MAX.

2. С помощью редактора схем и подключений необходимо подключить бортовую аппаратуру к источникам питания, а также связать друг с другом.

3. На схему следует поместить «пульт управления» с помощью соответствующего инструмента редактора схем и подключений. Открывать окно настройки пульта управления можно двойным щелчком по его иконке.

4. Для создания контроллеров управления исполнительными механизмами необходимо с помощью двойного клика мышкой зайти в блок «Печатная плата» (печатные платы устанавливаются на модель в 3D Studio MAX).

5. Редактор печатных плат состоит из двух закладок: макет печатной платы и электронная схема. Для создания новых компонентов печатной платы их необходимо разместить на макете печатной платы. В электронной схеме компоненты размещаются автоматически после их установке на макете.

6. Перед разработкой контроллера необходимо заранее продумать интерфейс обмена данными с бортовым вычислителем (RS-232, USB или UART). Каждый вариант требует своих схемотехнических решений.

7. Удобно начать разработку платы с установки разъемов. Необходимо выбирать разъемы, исходя из предполагаемых токов, текущих через них. После установки разъемов на плату можно разместить AVR-контроллер, силовые ключи (рекомендуется L6203) и схемы, образующие канал связи (MAX232, FT232RL или выводы UART, если этот интерфейс поддерживается бортовым вычислителем). Не рекомендуется использовать один микропроцессор для управления более чем 4-5 электродвигателями.

8. Рекомендуется использовать техническую документацию (datasheet) на используемые микросхемы. В них можно найти не только описание выводов, но и правильные схемы их подключения.

9. Для создания модели программного обеспечения микропроцессора необходимо кликнуть по нему на закладке «Электрическая схема» в редакторе печатной платы. При этом открывается редактор структурных схем программного обеспечения.

10. Перед созданием модели программного обеспечения рекомендуется сначала проверить канал связи с микропроцессором.

Контрольные вопросы:

1. Как создается электрическая схема робота в Dyn-Soft RobSim 5?
2. Как создается пульт управления роботом в Dyn-Soft RobSim 5? Как задается состав аппаратуры пульта управления?
3. Общие принципы организации связи между пультом управления и бортовой ЭВМ в Dyn-Soft RobSim 5.
4. Общие принципы разработки контроллера управления исполнительными механизмами.
5. Общие принципы построения программного обеспечения для бортовой ЭВМ в Dyn-Soft RobSim 5.
6. Общие принципы построения программного обеспечения для микропроцессоров контроллера управления в Dyn-Soft RobSim 5.
7. Общие принципы организации связи с микропроцессором контроллера управления.

**Лабораторная работа №4.
Проведение испытаний автономного мобильного
робота в виртуальной среде**

Цель работы: получение практических навыков проведения испытаний, снятия различных характеристик, настройки и отладки моделей как в виртуальной среде Dyn-Soft RobSim 5, так и реальных условиях.

Задание:

1. Измерить ток потребления робота в холостом режиме и в режиме движения.
2. Измерить скорость падения напряжения на аккумуляторе робота при активном его движении.
3. Измерить максимальную скорость движения робота по прямой.

4. Изменить максимальную скорость поворота робота.

Содержание отчета:

Отчет должен содержать:

1. Название и цель лабораторной работы.
2. Показания амперметра, измеряющего ток потребления роботом в режиме холостого хода и в режиме движения.
3. График падения напряжения аккумулятора робота в режиме движения.
4. Оценки времени падения напряжения ниже 11В, 9В и 2.5В.
5. Среднее значение максимальной скорости робота с описанием методов ее измерения.

Порядок выполнения:

1. Для отладки схемы можно использовать средства измерения. Для этого в любую часть схемы можно установить блок «Мультиметр». Таких блоков можно установить несколько. Результат их работы можно будет увидеть, запустив робота в среде моделирования. После запуска необходимо нажать кнопку «Измерительный инструмент» (по умолчанию «U»).

2. В редакторе схем и подключений Dyn-Soft RobSim 5 на электрической схеме робота в цепь аккумуляторной батареи подключить мультиметр. После запуска виртуальной среды моделирования Dyn-Soft RobSim 5 переключить мультиметр в режим измерения тока. Запустить движение робота и записать показания амперметра в отчет.

3. В редакторе схем и подключений Dyn-Soft RobSim 5 на электрической схеме робота к клеммам аккумуляторной батареи подключить мультиметр. После запуска виртуальной среды моделирования Dyn-Soft RobSim 5 переключить мультиметр в режим измерения напряжения. Записать показания напряжения. Запустить непрерывное движение робота на время 1-2 минуты (время засечь). Спустя указанное время остановить робота и записать новые показания вольтметра в отчет. Провести данную операцию 4-5 раз. По результатам измерения составить график падения напряжения на аккумуляторной батарее робота от времени. Экстраполировать график и оценить время падения

напряжения ниже 11В (напряжение отключения ключей L6203), 9В (напряжение отключения DC-DC преобразователей), 2.5В (напряжение полного разряда аккумулятора).

4. К колесам робота подключить инкрементный датчик обратной связи. Завести показания датчика в микропроцессор контроллера управления. Поставив блок «Сумматор для инкрементного датчика» и блок «Преобразование положения в скорость» получить показания скорости движения робота. Передать скорость на бортовую ЭВМ по каналу связи и вывести показания на консоль (блок «Вывод на экран»). Полученную скорость занести в отчет.

Контрольные вопросы:

1. Методы измерения тока в Dyn-Soft RobSim 5.
2. Методы измерения напряжения в Dyn-Soft RobSim 5.
3. Методы измерения скорости в Dyn-Soft RobSim 5.
4. Принцип построения графика разряда аккумулятора.

Список литературы

1. Евстигнеев Д.В. Проектирование роботов и робототехнических систем в Dyn-Soft RobSim 5, часть 1. www.robsim.dynsoft.ru/docs
2. Евстигнеев Д.В. Проектирование роботов и робототехнических систем в Dyn-Soft RobSim 5, часть 2. www.robsim.dynsoft.ru/docs
3. Евстигнеев Д.В. Разработка трехмерных моделей в 3D Studio MAX. www.robsim.dynsoft.ru/docs

ОГЛАВЛЕНИЕ:

Лабораторная работа №1. Разработка конструкции автономного робота.....	3
Лабораторная работа №2. Аппаратные средства виртуальной модели автономного робота	7
Лабораторная работа №3. Электрическая схема и пульт управления автономного робота.....	10
Лабораторная работа №4. Проведение испытаний автономного мобильного робота в виртуальной среде	13
Список литературы.....	15