

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Томский государственный университет  
систем управления и радиоэлектроники

М. Е. Антипин

**Разработка робототехнических комплексов и систем**

Методические указания по выполнению курсового проекта для студентов и магистрантов,  
обучающихся по техническим направлениям подготовки

Томск  
2024

УДК 004.02  
ББК 3стд2-02  
А 72

**Рецензент:**

**Лобода Ю.О.**, доцент каф. управления инновациями ТУСУР,  
канд. пед. наук

**Антипин, Михаил Евгеньевич**

А 72 Разработка робототехнических комплексов и систем: Методические указания по выполнению курсового проекта для студентов и магистрантов, обучающихся по техническим направлениям подготовки / М.Е. Антипин. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектронники, 2024. – 21с.

Методические указания содержат рекомендации по выбору тематики, содержанию, выполнению, оформлению результатов и защите курсового проекта по дисциплине «Разработка робототехнических комплексов и систем». Может использоваться для организации занятий по дисциплинам «Робототехника», «Проектирование робототехнических систем», «Управление в робототехнических системах», «Управление мехатронными и робототехническими системами».

Для студентов и магистрантов высших учебных заведений, обучающихся по техническим направлениям подготовки.

Одобрено на заседании кафедры УИ, протокол № 4 от 21.11.2024.

УДК 004.02  
ББК 3стд2-02

© Антипин М.Е., 2024  
© Томск. гос. ун-т систем упр. и  
радиоэлектронники, 2024

## Оглавление

Введение.....	4
1 Общие положения .....	5
2 Порядок выполнения курсовой работы.....	6
3 Выбор темы курсовой работы.....	7
4 Содержание индивидуального задания.....	8
5 Структура пояснительной записки к курсовой работе .....	9
6 Требования к элементам курсовой работы .....	10
7 Оценивание курсового проекта.....	17
8 Защита курсового проекта .....	18
Список рекомендуемой литературы.....	19
Приложение А Образец титульного листа курсовой работы.....	20
Приложение Б Образец индивидуального задания на курсовую работу.....	21

## Введение

Данные методические указания разработаны для студентов, обучающихся в Томском государственном университете систем управления и радиоэлектроники (далее - Университет) по техническим направлениям подготовки.

Структура дисциплины «Робототехника» предполагает выполнение студентами индивидуального курсового проекта по разработке системы управления робототехнической системой с учетом всех стадий жизненного цикла. Другие составные части дисциплины – лекции и лабораторные работы – обеспечивают получение студентом основных знаний и навыков, необходимых для успешного выполнения курсового проекта. Курсовой проект выполняется для закрепления знаний и навыков, полученных в других частях дисциплины.

Курсовой проект выполняется по оригинальной индивидуальной теме, по возможности связанной с выпускной квалификационной работой (ВКР) студента, и обеспечивает необходимую подготовку к обоснованию проектных решений, принимаемых в ходе выполнения ВКР. В ходе выполнения студентам прививаются навыки работы с нормативно-технической документацией, разработки графических демонстрационных материалов, умения увязывать теоретические знания с практикой, четко излагать свои мысли, оформлять и представлять результаты работы.

Рекомендации подготовлены с целью помочь студентам в успешном выполнении курсового проекта, давая информацию о требованиях к его содержанию и защите.

## 1 Общие положения

Курсовой проект выполняется студентами по индивидуальным заданиям и служит для формирования у студентов навыков разработки программно-аппаратных систем управления робототехническими устройствами. Проект выполняется под контролем со стороны преподавателя. Консультации осуществляются преподавателем в часы, предусмотренные учебным расписанием.

На выполнение курсовой работы в учебном плане предусмотрена значительная доля самостоятельной работы, превышающая объем аудиторных занятий в несколько раз. Поэтому все материалы курсовой работы подготавливаются студентом самостоятельно, в соответствии с методическими указаниями и рекомендациями преподавателя. Консультации, выдача заданий и прием результатов курсовой работы осуществляется только во время аудиторных занятий.

Курсовой проект содержит ряд обязательных элементов, подлежащих разработке. В течение семестра отдельные элементы курсового проекта, сформированные студентом, предоставляются преподавателю для промежуточного контроля. Замечания, сделанные преподавателем, подлежат обязательному исправлению. Также преподаватель может рекомендовать внесение изменений на усмотрение студента. Элемент, одобренный преподавателем, может быть включен в текст пояснительной записки и впоследствии вынесен на защиту. Если в ходе работы над другими элементами ранее одобренный элемент был изменен, то изменения нужно согласовать с преподавателем и представить элемент для промежуточного контроля повторно. На основании результатов промежуточного контроля преподаватель выставляет оценки студентам по контрольным точкам, предусмотренным графиком учебного процесса.

Материалы курсового проекта представляются на защиту в виде пояснительной записки и устного сообщения, сопровождаемого демонстрационными материалами.

## 2 Порядок выполнения курсовой работы

Курсовой проект по дисциплине «Разработка робототехнических комплексов и систем» предполагает последовательное выполнение этапов:

1. Выбор темы курсового проекта. Заполнение индивидуального задания.
2. Постановка задачи. Разработка функциональной схемы.
3. Выбор механической части. Разработка кинематической схемы робота.
4. Выбор решения задачи управления. Разработка структурной схемы системы управления.
5. Обоснование выбор привода.
6. Разработка принципиальной схемы управления приводом.
7. Алгоритмизация решения. Разработка блок-схемы алгоритма управления.
8. Завершение работы. Оформление пояснительной записки и защита отчета.

*\*- выбор типа разрабатываемого артефакта осуществляется в соответствии с темой работы (объектом управления) и согласовывается с преподавателем.*

Проект выполняется в течение одного семестра (18 недель). Аудиторные занятия проходят не реже одного раза в две недели. Рекомендуемая продолжительность этапов представлена на календарном графике (рис.1).

Недели	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Этапы	1	2	3	4	5	6			7			8						

Рисунок 1 – Календарный график выполнения курсового проекта

Работа над каждым этапом осуществляется итерационно. В начале каждого этапа согласно календарного графика преподаватель проводит установочное занятие, на котором объясняет основные требования к результатам этапа и методику их получения. Работу над этапом и оформление результатов студент осуществляет самостоятельно. Результаты выполнения этапа предъявляются преподавателю на последующих занятиях для промежуточного контроля. Преподаватель одобряет результаты этапа или отправляет на доработку с замечаниями. Не рекомендуется начинать очередной этап, не сделав хотя бы первую итерацию предыдущего этапа.

### 3 Выбор темы курсовой работы

Наиболее правильным подходом к выбору темы является вариант, при котором разрабатываемая система управления является технической основой предполагаемой выпускной квалификационной работы студента. Для выбора такой темы студенту необходимо связаться со своим научным руководителем, уточнить задание на ВКР и представить тему на утверждение преподавателю. В этом случае в качестве объекта проектирования может быть выбран:

- Мобильный робот.
- Манипулятор.
- Станок с ЧПУ.
- 3D - принтер.
- Промышленный робот.
- Специальный робот.

Выполняя курсовой проект над такой темой, студент закладывает основу технической части своей выпускной квалификационной работы.

В том случае, если тема ВКР не определена, или по каким-то причинам студент не может взять ее в качестве тему курсовой работы. Рекомендованные темы курсовой работы:

- Робот-манипулятор по идентификации (различению) расположенных на сцене объектов и перемещению их в заданную область.
- Робот, перемещающийся по безграничной сцене из заданной точки А в точку Б с требованием огибания препятствий.
- Робот, перемещающийся по ограниченной сцене из заданной точки А в точку Б с требованием не выхода за границы сцены.
- Робот-манипулятор по сортировке предметов различной формы по цветам, размещение объектов в заданных зонах сцены.
- Робот, перемещающийся с задачей следования за заданным перемещающимся объектом на заданном расстоянии по ограниченной сцене.
- Робот, перемещающийся по траектории, отмеченной на сцене цветовой полосой.

Рекомендованные темы должны быть конкретизированы для каждого студента. Конфигурация объекта управления, количество и тип исполнительных элементов и датчиков должны быть согласованы с преподавателем.

Допускается один раз сменить тему курсового проекта, но не позднее прохождения первой контрольной точки по графику учебного процесса.

#### 4 Содержание индивидуального задания

Индивидуальное задание оформляется после выбора темы и ее согласования с преподавателем. Индивидуальное задание заполняется студентом и представляется на утверждение преподавателю. После утверждения преподавателем задание подписывается студентом и принимается к исполнению. Если тема была изменена, то индивидуальное задание подлежит переработке и переутверждению.

Индивидуальное задание должно содержать следующую информацию:

1. Тема курсового проекта.
2. Цель курсового проекта. Необходимо помнить, что целью курсового проекта является не только проектирование системы управления для выбранного объекта, но и закрепление знаний и навыков, полученных в процессе теоретического обучения, а также формирование компетенций, предусмотренных рабочей программой дисциплины.
3. Задачи курсового проекта. В рамках индивидуального задания работа декомпозируется на последовательную разработку отдельных элементов:
  - 3.1. Разработка функциональной схемы.
  - 3.2. Разработка кинематической схемы.
  - 3.3. Разработка структурной схемы системы управления.
  - 3.4. Обоснование выбора привода.
  - 3.5. Разработка принципиальной схемы управления приводом.
  - 3.6. Разработка блок-схемы алгоритма управления.
  - 3.7. Оформление пояснительной записки и защита.

Пример оформления индивидуального задания приведен в приложении Б.

## **5 Структура пояснительной записки к курсовой работе**

Пояснительная записка к курсовой работе должна содержать следующие элементы:

1. Титульный лист. Пример оформления титульного листа в приложении А.
2. Индивидуальное задание. Пример оформления индивидуального задания в приложении Б.
3. Оглавление.
4. Введение.
5. Функциональная схема.
6. Кинематическая схема
7. Структурная схема.
8. Обоснование выбор привода
9. Принципиальная схема.
10. Блок-схема алгоритма управления.
11. Заключение.
12. Список использованных источников.

Каждый элемент должен начинаться с новой страницы.

## 6 Требования к элементам курсовой работы

Текст пояснительной записки оформляется в текстовом редакторе в строгом соответствии с [1]. Оформление схем осуществляется в любом графическом редакторе. Представление преподавателю схем, выполненных от руки, не допускается. Не рекомендуется использовать цветные линии, заливки и шрифты, т.к. печать работы предполагается в оттенках серого. Надписи на схемах выполняются шрифтом Times New Roman или Arial размером не менее 10 пт в масштабе печати. Направление текста используется слева направо, наклон или поворот надписей не допускается.

Требования к отдельным элементам

1. Титульный лист должен быть подписан студентом. Дата подписи должна соответствовать завершению последней итерации пояснительной записки, одобренной преподавателем и допущенной к защите. Если работа сдается в электронном виде, то в документ включается скан подписанного титульного листа.

2. Индивидуальное задание должно быть подписано преподавателем и студентом. Дата подписи должна соответствовать первому аудиторному занятию, проведенному в рамках курсовой работы. Если работа сдается в электронном виде, то в документ включается скан подписанного индивидуального задания.

3. Оглавление должно формироваться автоматически применяемым текстовым редактором. Перед печатью документа рекомендуется обновить номера страниц в оглавлении.

4. Во введении должна быть обоснована актуальность разработки цифровой системы управления для выбранного объекта, указаны цель и задачи работы в соответствии с утвержденным индивидуальным заданием.

5. Функциональная схема должна отвечать на вопрос, для чего используется разрабатываемая система управления. Есть три основных варианта разработки функциональной схемы:

1) Классическая схема устанавливает взаимодействие создаваемой системы с объектами окружающей среды и субъектами (людьми). Система и объекты изображаются схематически простейшими геометрическими фигурами (прямоугольник, овал и т.п.) и обязательно подписываются. Подпись должна помещаться внутри фигуры, и не выходить за ее края. Применение фотографий или пиктограмм для обозначения объектов не допускается.

Для изображения субъектов применяется стилизованное обозначение человека . Роль субъекта подписывается под изображением с выравниванием от центра. Стрелками указываются информационные, материальные или энергетические потоки, которыми система обменивается с объектами. Указание стрелками действий и функций объектов не допускается. Каждая стрелка надписывается. Надпись не должна пересекаться стрелкой. Рекомендуется размещать надписи справа или вверху от стрелки. Ближайшее расстояние от линии стрелки до текста надписи не должно превышать высоты буквы надписи. Применение двунаправленных стрелок не допускается. Если осуществляется взаимный обмен потоками с объектом, то используются две однонаправленные стрелки. Пример классической функциональной схемы представлен на рисунке 2.

2) Схема «черный ящик» предполагает выявление входных и выходных информационных, материальных или энергетических потоков создаваемой системы без привязки к объектам внешнего мира. Предполагается, что система преобразует входы в выходы. Система схематически обозначается как прямоугольник. Выходы обозначаются стрелками вправо, основные входы стрелками слева. Дополнительно могут быть указаны управляющие входы стрелками сверху, ресурсные входы стрелками снизу. Каждый вход или выход обозначается отдельной стрелкой. Каждая стрелка надписывается. Надпись не должна пересекаться стрелкой. Рекомендуется размещать надписи справа или вверху от стрелки. Ближайшее расстояние от линии стрелки до текста надписи не должно превышать высоты

буквы надписи. Применение двунаправленных стрелок не предполагается. Указание стрелками действий и функций системы или над системой не допускается. Пример схемы «черный ящик» представлен на рисунке 3.



Рисунок 2 – Пример классической функциональной схемы

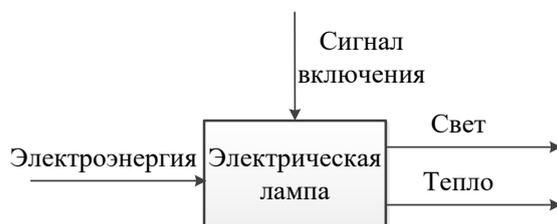


Рисунок 3 – Пример функциональной схемы типа «черный ящик»

3) Диаграмма вариантов использования UML (Use Case Diagram). Выполняется в соответствии с рекомендациями UML [2]. Для разработки следует определить действующих лиц (акторов), их взаимодействие с системой и ожидаемую функциональность системы. Для изображения актора применяется стилизованное обозначение человека . Роль субъекта подписывается под изображением с выравниванием от центра. Под вариантом использования понимается законченный функционал, имеющий собственную ценность, даже в отсутствии других функций системы. Обозначается овалом, подписывается внутри. Надпись не должна выходить за пределы фигуры. Между акторами и вариантами использования устанавливаются отношения ассоциации. Обозначаются стрелками, направленными от актора к варианту использования. Между вариантами использования могут быть установлены отношения обобщения (стрелка с не закрашенным треугольником), включения (пунктирная стрелка со стереотипом «include») или расширения (пунктирная стрелка со стереотипом «extend»). Пример диаграммы прецедентов представлен на рисунке 4.

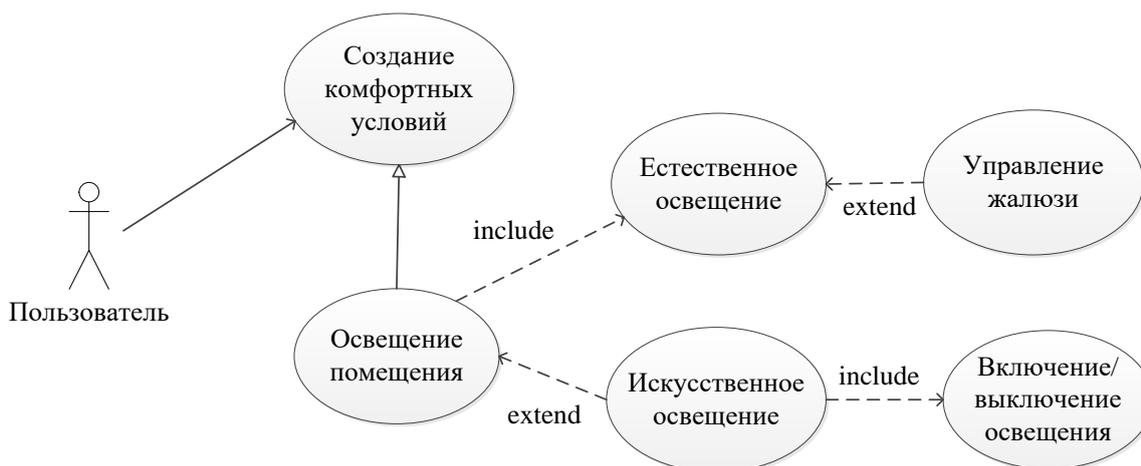


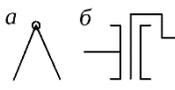
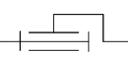
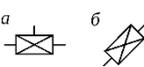
Рисунок 4 – Пример диаграммы вариантов использования

Из всех указанных вариантов предпочтение следует отдавать варианту 1). Применение вариантов 2) и 3) предполагает обоснование в тексте пояснительной записки. Необоснованное применение вариантов 2) и 3) может повлечь снижение общей оценки за курсовую работу.

6. Кинематическая схема. Свойства и характеристики робототехнической системы в значительной степени определяются кинематической схемой цепи звеньев, основная функция которой заключается в подводе схвата в заданную точку пространства с определённой ориентацией. Кинематическая схема - изображение звеньев манипулятора, соединённых кинематическими парами в условных обозначениях. На практике проектирования обычно используются одноподвижные кинематические пары пятого класса с тремя видами относительных движений: поступательным, для которого введём обозначение П; ротацией - вращением вокруг оси, совпадающей с продольной осью звена, обозначаем как Р; изгибом – вращением.

Таблица 1 – Условные обозначения в кинематических структурах манипуляторов

	Элемент	Эскиз	Характеристика
1	Звено (стержень)		-
2	Неподвижное звено (основание, стойка)		Звенья неподвижные (движение отсутствует)
3	Жёсткое соединение звеньев или их элементов		Относительное движение отсутствует
4	Схват, захватное устройство		-
	Подвешенное соединение звеньев (пара V-го класса)		

5	Соединение типа изгиб		Вращение вокруг оси, перпендикулярной плоскости листа (а) и оси не лежащей в плоскости листа (б). Обозначение В
6	Соединение типа вращения вокруг стержня		Относительное вращение – ротация вокруг общей оси звеньев с выходной координатой, лежащей на оси вращения. Обозначение Р
7	Соединение с перемещением вдоль прямолинейных направляющих		Возвратно-поступательное относительное движение а – по направляющим, лежащим на плоскости листа, б – по направляющим, перпендикулярным плоскости листа. Обозначение П

Звенья манипулятора нумеруются, начиная с неподвижного (основания, стойки), которому присваивается номер «0», кончая схватом. У каждой кинематической пары показывают стрелками направления перемещения с обозначением обобщенных координат, характеризующих относительное перемещение в кинематической паре.

Совокупность некоторого числа подвижных звеньев обеспечивает механизму определенное число степеней подвижности, которое является одной из важнейших характеристик ПР. Для незамкнутой кинематической цепи, которой как правило является цепь ПР, соединенной парами пятого класса, число степеней подвижности определяется как

$$W = 6n - 5P,$$

где  $n$  — число звеньев в манипуляторе,  $P$  — число пар пятого класса.

Число степеней подвижности должно обеспечить перемещение схвата в любую точку рабочей зоны. Число степеней подвижности - число степеней свободы звеньев кинематической цепи относительно звена, принятого за неподвижное. Движение зажима-разжима детали схватом при этом не учитывается. В простейшем случае достаточно иметь всего шесть степеней подвижности, чтобы доставить схват в любую точку рабочей зоны с заданной ориентацией.

Избыток степеней свободы добавляется для создания маневренности. Под маневренностью понимают число степеней свободы при неподвижном схвате, что даёт возможность обхода препятствий и выполнять сложные операции.

Степени подвижности в манипуляционных системах принято условно разделять на транспортирующие и ориентирующие. Функции транспортирующих степеней подвижности - доставка схвата в заданную точку пространства, а ориентирующих - размещения его нужным образом в пространстве.

Рабочая зона - объём, ограниченный поверхностью, представляющей собою геометрическое место точек возможных конечных положений схвата для данной кинематической структуры.

Движения ПР принято разделять на глобальные, региональные и локальные.

Глобальные (координатные) движения - это перемещения на расстояния, превосходящие размеры самого робота.

Региональные движения - перемещения схвата в координаты рабочей зоны, определяемые размерами звеньев руки. К локальным относятся перемещения схвата, соизмеримые с его размерами, в частности, ориентирующие. Понятие о локальных и региональных движениях позволяет выделить в кинематической структуре два участка ,

несущие различную функциональную нагрузку: кисть с захватным устройством и собственно руку. Кинематика кисти определяет ориентирующие (технологические) возможности манипулятора, а кинематика руки - конфигурацию и размеры рабочей зоны и маневренность робота.

Примеры кинематических схем манипулятора приведены на рисунке 4.

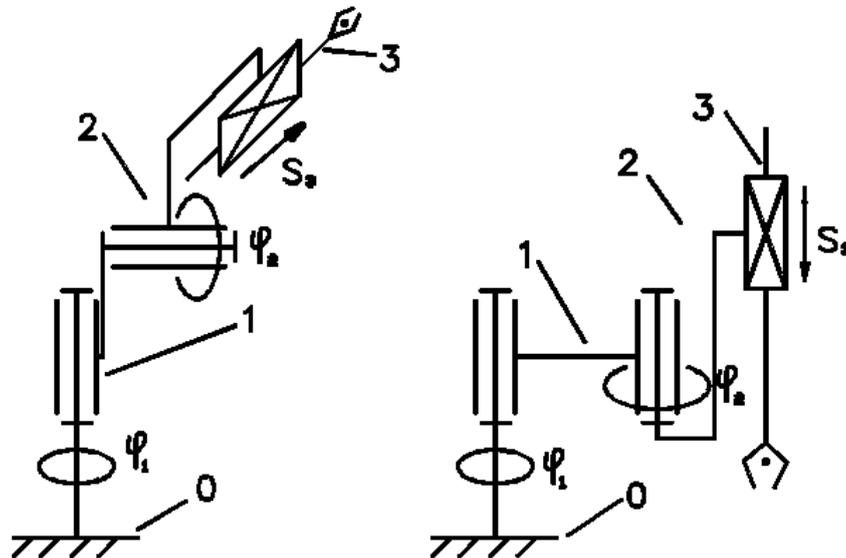


Рисунок 5 – Пример кинематической схемы промышленного робота

Возможность совершать различные по характеру движения определяется мобильностью ПР. Мобильность тем выше, чем более развиты региональные и глобальные движения.

7. Структурная схема системы управления. При анализе и синтезе систем автоматического управления широко используется структурный анализ. Структурная схема является графическим изображением модели системы и обладает главным достоинством любого графического представления – наглядностью. Элементы структурной схемы называются звеньями и изображаются в виде прямоугольников, внутри которых записывается передаточная функция звена. Взаимосвязь между звеньями изображается линиями связи со стрелками, указывающими направление передачи сигнала. Над линией ставится условное обозначение сигнала. Точка на линии связи, в которой происходит разветвление линии, называется узлом. Алгебраическое сложение нескольких сигналов изображается в виде круга на линии связи и называется сумматором.

Таблица 2 – условные обозначения на структурной схеме.

1	Звено	
2	Сравнивающие и суммирующие устройства	
3	Связи между звеньями	 ————— — скалярный сигнал; ===== — векторный сигнал

Пример структурной схемы представлен на рисунке 6.

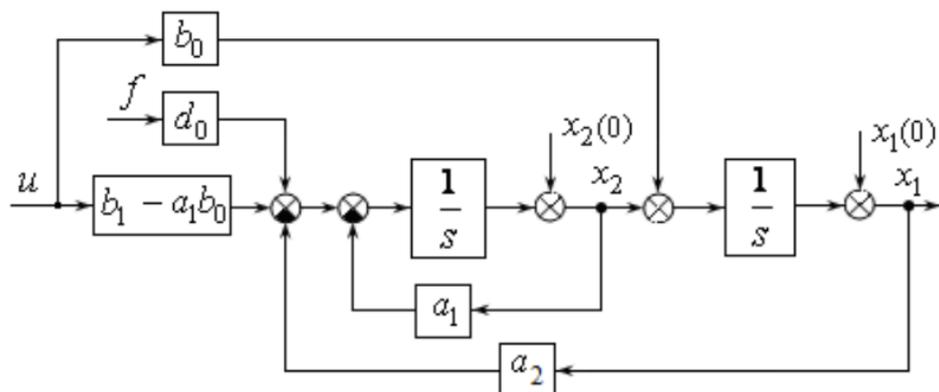


Рисунок 6 – Пример структурной схемы (лампа накаливания)

7. Выбор типа привода. В робототехнике используются электрические, гидравлические и пневматические приводы. Привод роботов и манипуляторов можно определить как устройство для преобразования сигналов, поступающих от системы управления, в механическое перемещение исполнительных звеньев. Выбор типа привода обусловлен функциональным назначением робота, условиями его эксплуатации, грузоподъемностью требуемых динамических параметров и системы управления.

От типа и конструкции привода зависят эксплуатационные показатели, габаритные размеры, потребление энергии, уровень шумов, возможность эксплуатации робота в различных средах. Главными параметрами, определяющими свойства того или иного типа привода, являются: мощность, точность, быстродействие обработки сигнала управления, габаритные размеры, масса и стоимость.

Основные требования к приводу робота предъявляются следующие:

- устойчивая работа при изменении нагрузки;
- высокое быстродействие;
- минимальные габариты;
- возможность удобного встраивания в конструкцию изделия;
- удобство обслуживания.

8. Принципиальные схемы оформляются в соответствии с ГОСТ 2.702-2011 [4]. Если при разработке проекта используются отладочные комплекты или промышленные печатные платы, то допускается их схематическое изображение в виде прямоугольника с маркировкой в верхней части и полной или частичной распиновкой. Пример оформления такой схемы приведен на рисунке 7.

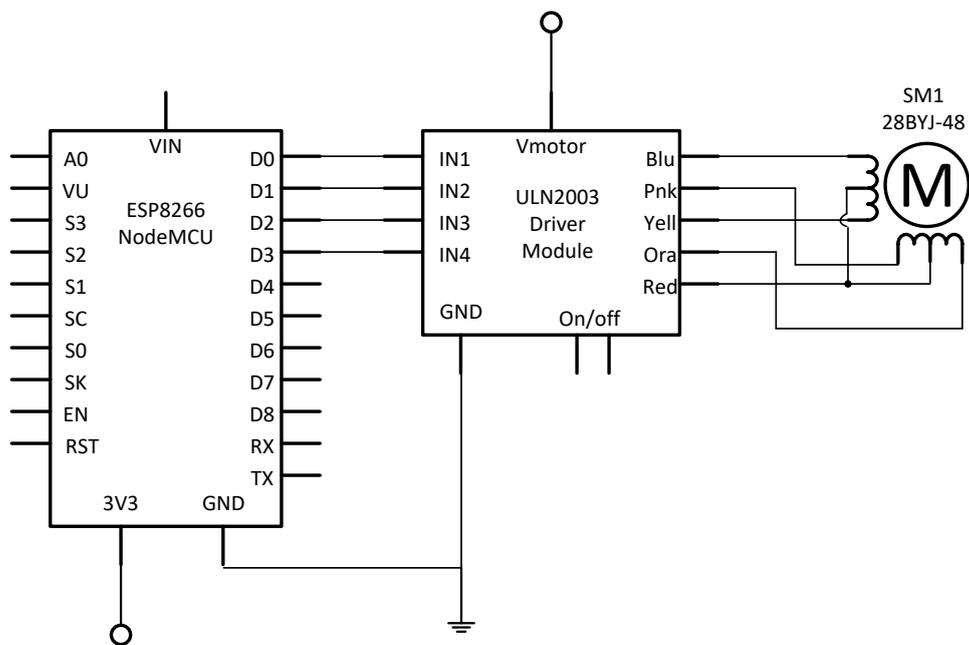


Рисунок 7 – Пример принципиальной схемы

## **7 Оценивание курсового проекта**

Оценка курсового проекта выставляется по совокупности оценок качества представленных материалов и выступления на защите. При оценивании материалов учитывается:

- полнота текстового описания и обоснования схем;
- выполнение всех требований, изложенных в п.6 настоящих методических указаний;
- качество ответов на вопросы в процессе защиты.

Основанием для снижения оценки является также:

- наличие грамматических ошибок;
- недочеты по оформлению текста пояснительной записки;
- систематическое невыполнение рекомендаций преподавателя;
- несоблюдение сроков сдачи отдельных элементов и курсового проекта в целом.

## **8 Защита курсового проекта**

Защита производится публично. На защите присутствуют, как правило, все студенты группы. При защите курсового проекта могут присутствовать заведующий выпускающей кафедры и другие преподаватели.

Защита курсовой работы включает краткий доклад студента (не более 5 минут), ответы на вопросы, поставленные преподавателем по предмету работы. Доклад студента может сопровождаться демонстрационными материалами, в которые выносятся основные элементы (не более 5 слайдов).

Структура доклада:

- тема курсовой работы, ее цель;
- формулировка проблемы;
- результаты исследования;
- предложения и выводы по выполненной работе.

При защите курсового проекта студент должен обосновать свои выводы по избранной теме, ответить на замечания преподавателя, а также на уточняющие и дополнительные вопросы, возникшие при защите.

## Список рекомендуемой литературы

1. Образовательный стандарт вуза ОС ТУСУР 01-2021. Работы студенческие по направлениям подготовки и специальностям технического профиля. Общие требования и правила оформления от 25.11.2021 [Электронный ресурс]: официальный ТУСУР. URL: <https://regulations.tusur.ru/documents/70> (дата обращения: 25.02.2022).
2. Ларман, К. Применение UML и шаблонов проектирования. Введение в объектно-ориентированный анализ, проектирование и унифицированный процесс UP : Пер. с англ. / К. Ларман ; ред. пер., пер. А. Ю. Шелестов. - 2-е изд. - М. : Вильямс, 2002. - 619с.
4. ГОСТ 2.702-2011. Единая система конструкторской документации. Правила оформления электрических схем. : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 3 августа 2011 г. № 211-ст : взамен ГОСТ 2.702-75 : дата введения 2012-01-01 / разработан Федеральным государственным унитарным предприятием "Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации и сертификации в машиностроении" (ФГУП "ВНИИНМАШ"), Автономной некоммерческой организацией "Научно-исследовательский центр CALS-технологий "Прикладная логистика" (АНО НИЦ CALS-технологий "Прикладная логистика"). – Москва: Стандартинформ, 2011. 26 с.
5. Гайдук, А. Р. Анализ и аналитический синтез цифровых систем управления : моногр./ А. Р. Гайдук, Е. А. Плаксиенко. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 272 с.

**Приложение А**  
**Образец титульного листа курсовой работы**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

Факультет Инновационных технологий  
Кафедра управления инновациями (УИ)

**РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА «ШКАФ ШОКОВОЙ ЗАМОРОЗКИ  
БИОМАТЕРИАЛОВ»**

Курсовая работа по дисциплине  
«Проектирование цифровых систем управления»

Студент гр. 017  
\_\_\_\_\_ А. В. Безнигаева

\_\_\_\_\_ дата

Руководитель  
Доцент кафедры УИ  
канд. физ.-мат. наук  
\_\_\_\_\_ М. Е. Антипин

\_\_\_\_\_ дата

\_\_\_\_\_ оценка

Томск 202\_

**Приложение Б**  
**Образец индивидуального задания на курсовую работу**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

Факультет Инновационных технологий  
Кафедра управления инновациями (УИ)

**ЗАДАНИЕ**

на курсовую работу по дисциплине «Проектирование цифровых систем управления» гр.017  
Безнигаевой Анне Васильевне

1. Тема задания: управление проектом «шкаф шоковой заморозки биоматериалов».
2. Цель курсовой работы: закрепить полученные в процессе обучения знания и навыки на примере координации работы команды проекта по разработке устройства, предназначенного для шоковой заморозки биоматериалов.
3. Задачи:
  - 3.1 Построить функциональную схему.
  - 3.2 Построить структурную схему.
  - 3.3 Разработать техническое задание.
  - 3.4 Построить принципиальную схему.
  - 3.5 Разработать алгоритм управления.

Руководитель:

Доцент кафедры УИ \_\_\_\_\_ М.Е. Антипин

Задание принял к исполнению: « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_г.  
\_\_\_\_\_ А. В. Безнигаева