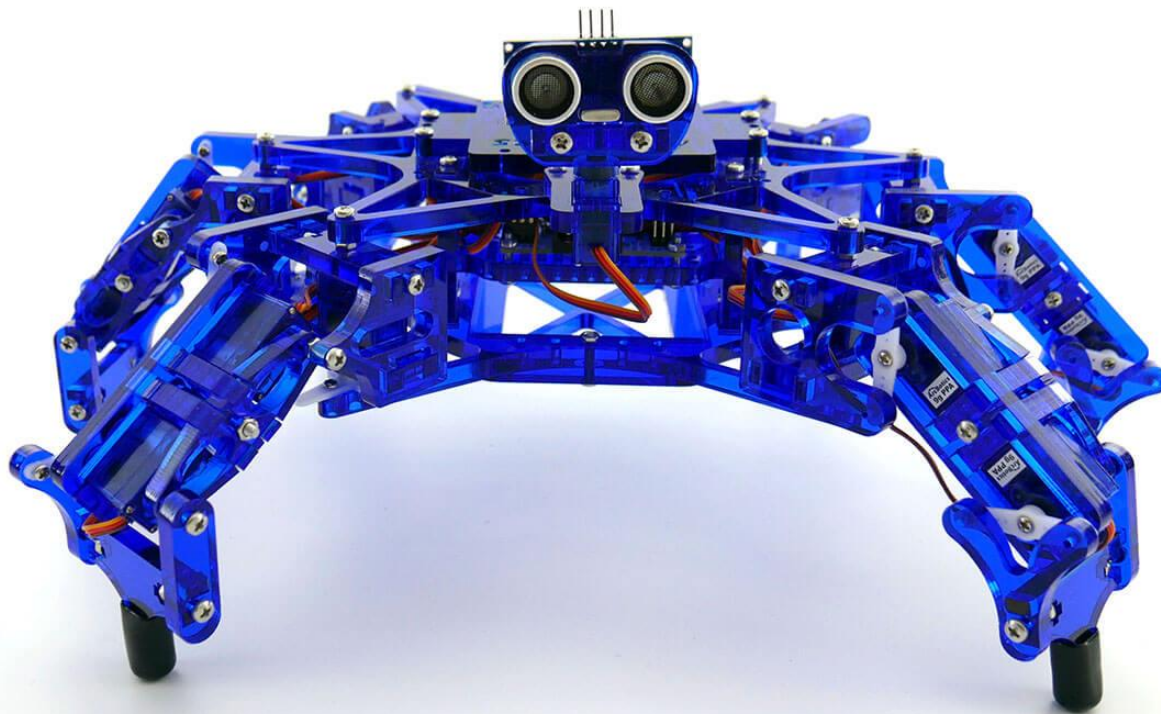


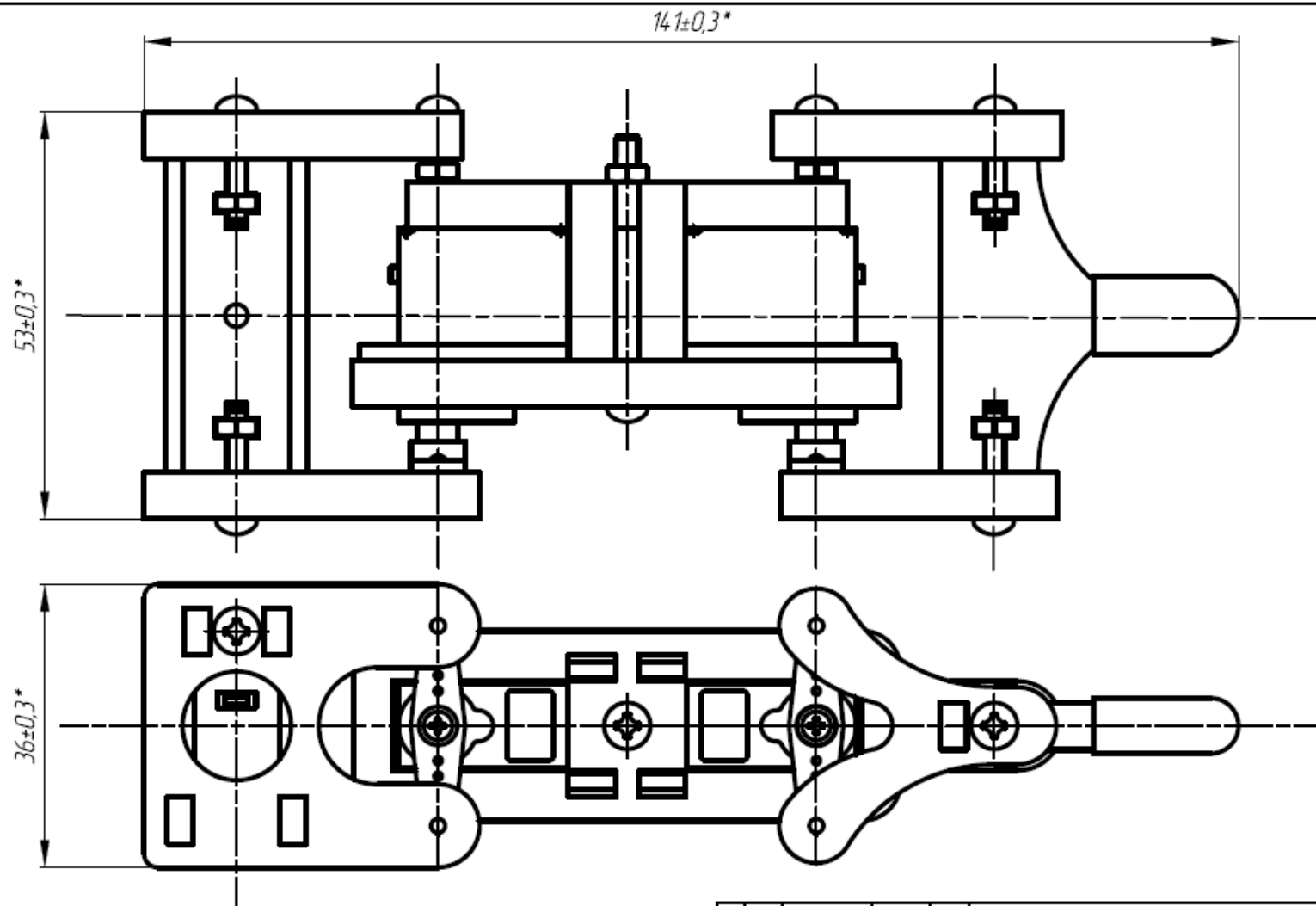
Система управления шестиногим шагающим роботом



Дипломный проект выполнил Карандаев В.Ю.

Техническое задание

1. *Произвести энергетический расчет, рассчитать и подобрать двигатели для каждого звена ноги робота.*
2. *Произвести частотный синтез и коррекцию следящего привода трехзвенного манипулятора, чтобы обеспечить следующие условия:*
 - *Длительность переходного процесса $t_{\text{пн}} \leq 0.1$ сек;*
 - *Перерегулирование $\sigma \leq 30\%$;*
 - *Ошибка вращения элемента $\varepsilon \leq 0.5^\circ$;*
3. *Решить обратную кинематическую задачу для трехзвенного манипулятора с 3-мя степенями свободы.*
4. *Реализовать прохождение кратчайшего пути по заданной карте местности с использованием волнового алгоритма.*
5. *Провести натурный эксперимент и определить ошибки в прохождении заданной траектории.*
6. *Разработать плату стабилизации напряжения.*
7. *Разработать технологический процесс сборки ноги робота.*
8. *Рассчитать затраты на проектирование и изготовление робота.*
9. *Проанализировать опасные и вредные факторы для человека при разработке системы управления роботом. Устранить наиболее опасный фактор.*
10. *Проанализировать влияние на окружающую среду технологического процесса сборки печатной платы для системы управления роботом. Устранить наиболее опасный фактор.*



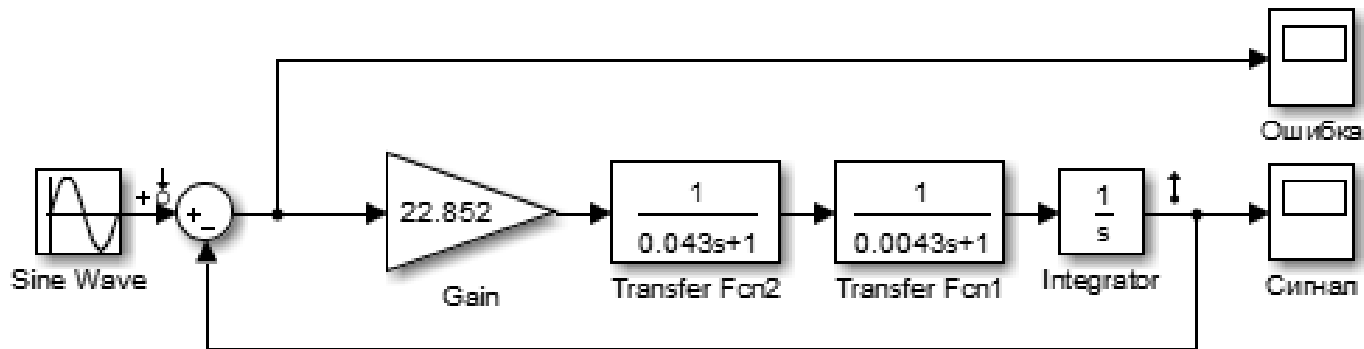
				Дипломный проект		
				Чертеж ноги робота		
Изм.	Лист	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разработ.	Карандашев В.О.					1:1
Проб.	Рудков В.К.					
Т.контр.				Лист	Листов	
Утв.				МГТУ им. Н.Э. Баумана		
				Группа СМ7-121		
				Формат А3		

ДПТ TowerPro SG92R

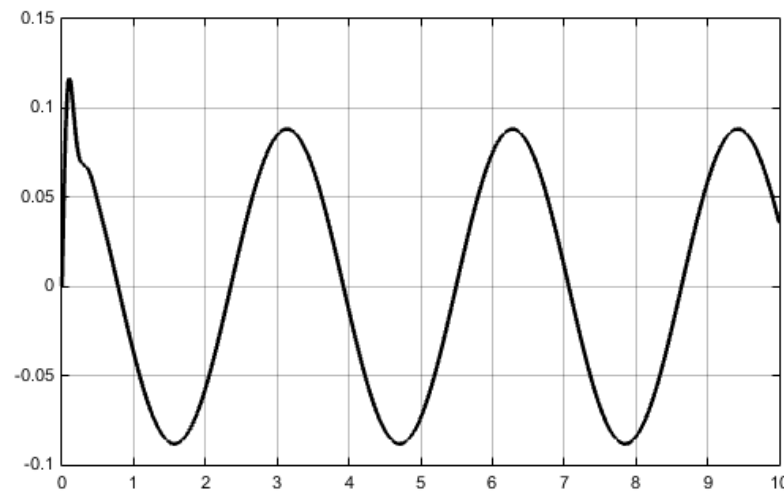


$U_{\text{дн}}, \text{В}$	$P_{\text{н}}, \text{Вт}$	$n_{\text{н}}, \text{об/мин}$	$R_{\text{я}}, \text{Ом}$	$i_{\text{дв н}}, \text{А}$	$J_p \cdot 10^{-6}, \text{кг} \cdot \text{м}^2$	$m_{\text{дв}}, \text{кг}$	$\lambda_{\text{кд}}$
6 ± 1	0.675	600	13	0.250	0.575	0.009	11

Нескорректированная система

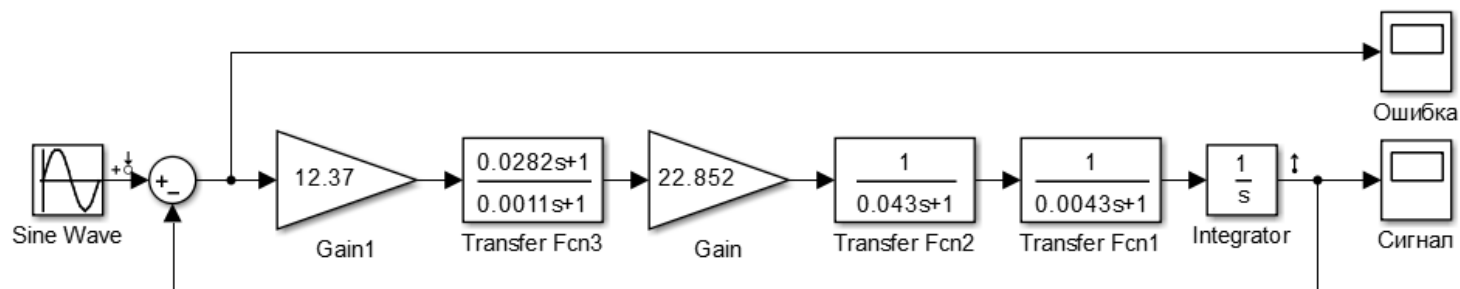


Структурная схема замкнутой системы

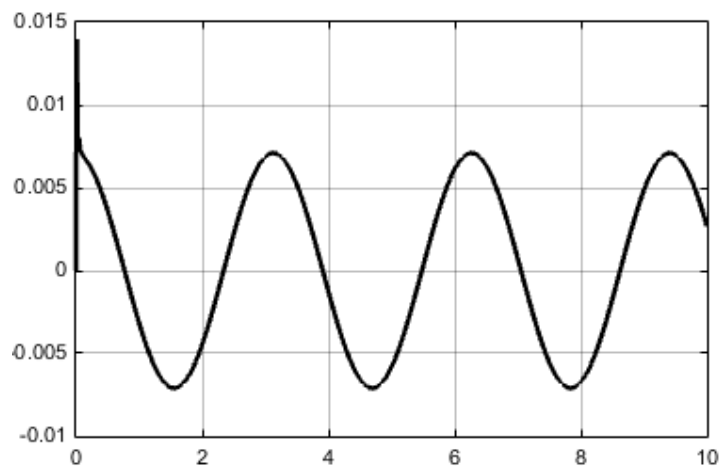


Ошибка нескорректированной системы

Скорректированная система



Структурная схема замкнутой системы



Ошибка скорректированной системы

Скорректированная система

ЛАЧХ и ЛФЧХ разомкнутой системы

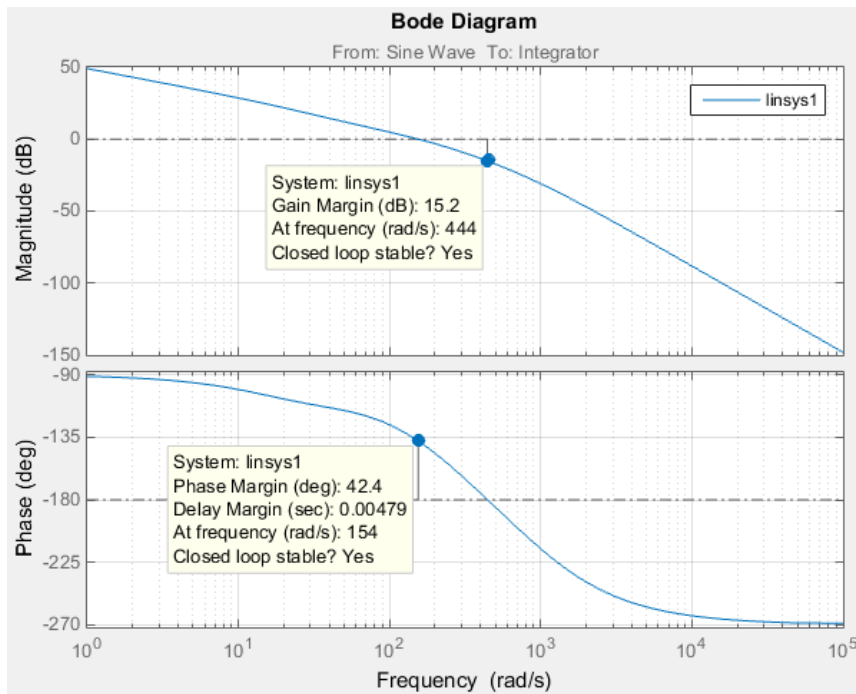
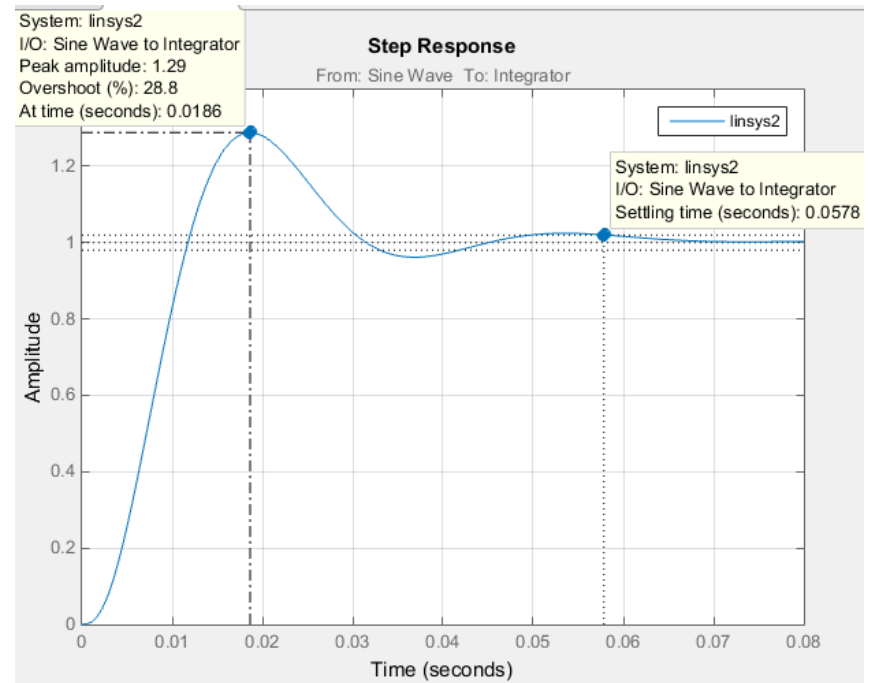


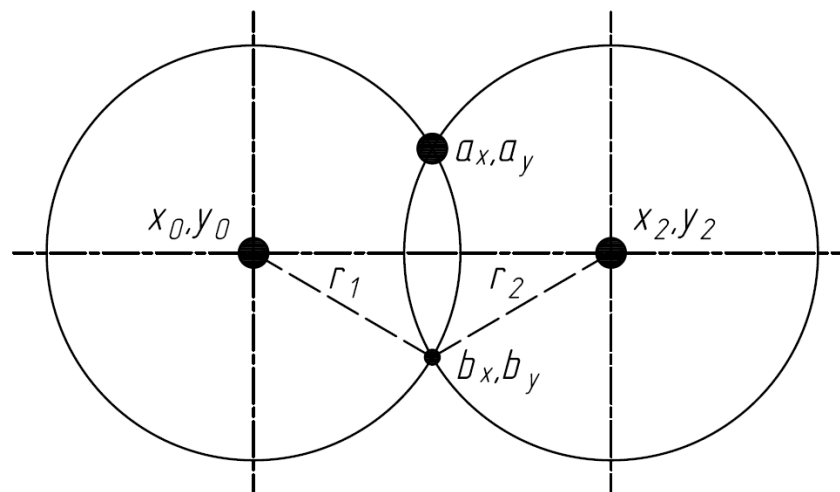
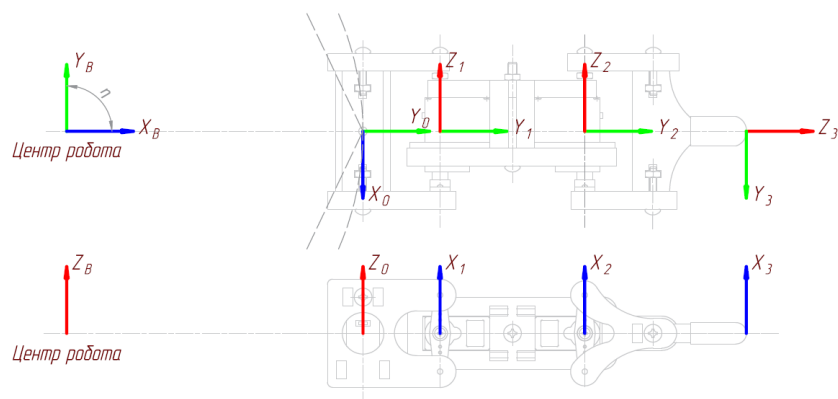
График переходной функции



Решение обратной задачи кинематики

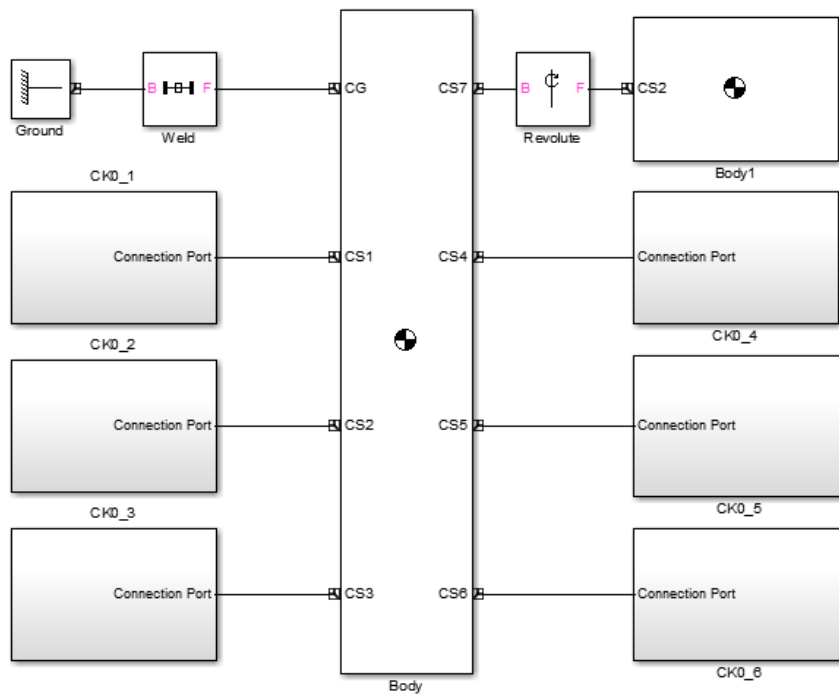
Кинематическая расчетная схема

Задача на пересечение двух окружностей

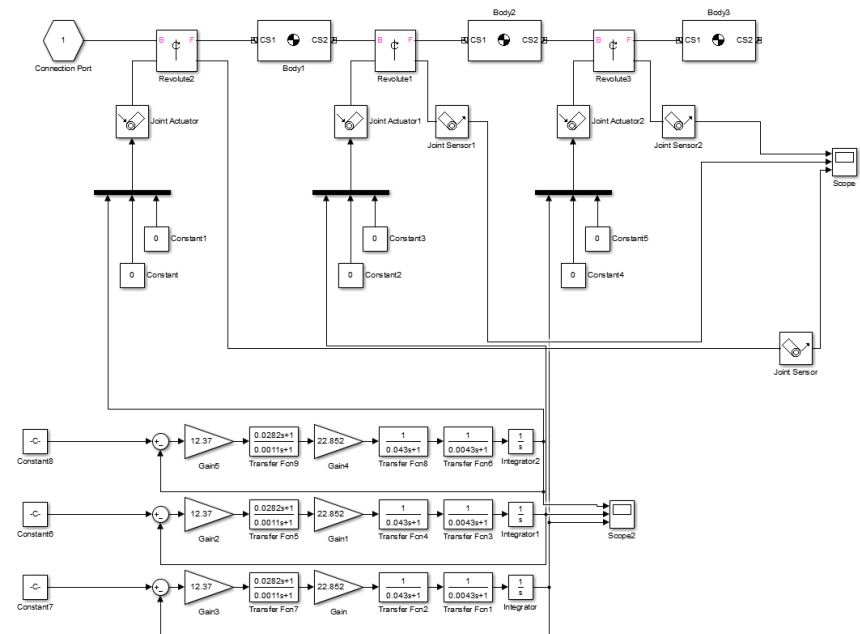


Моделирование решения обратной задачи КИНЕМАТИКИ

Блок-схема робота



Блок-схема ноги робота



Моделирование решения обратной задачи КИНЕМАТИКИ

Графики изменения положения звеньев
ноги №5

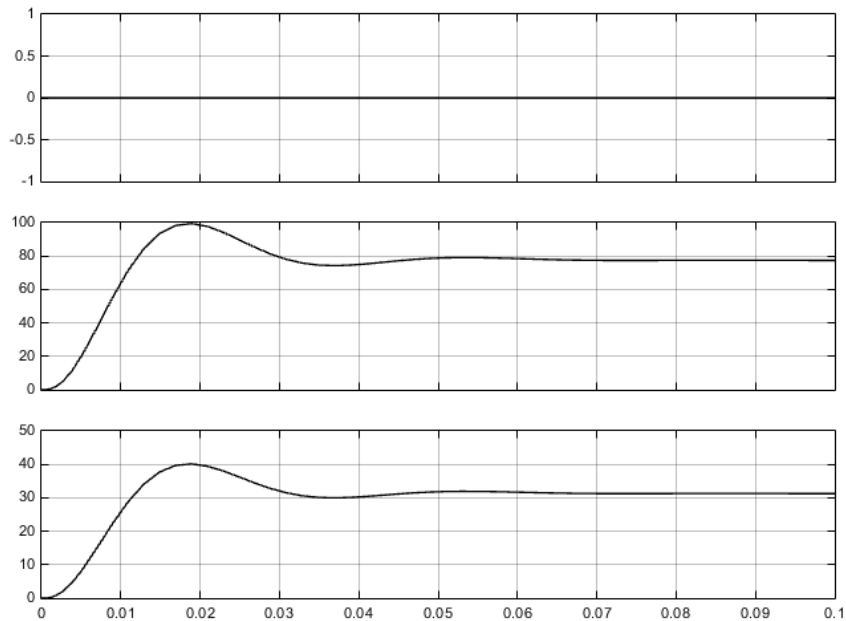
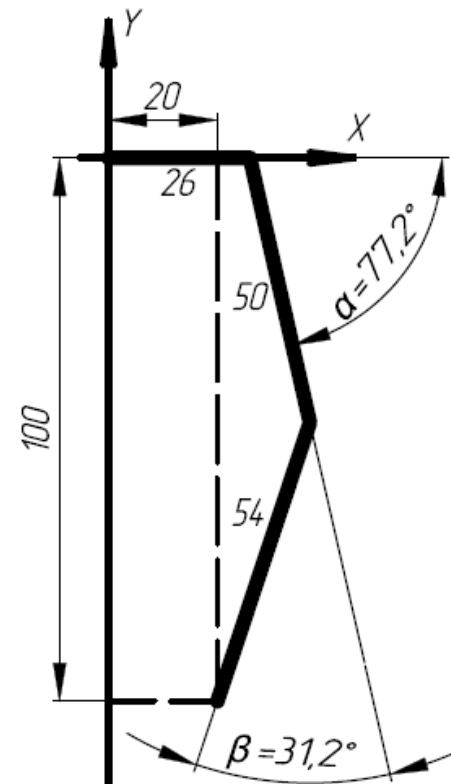
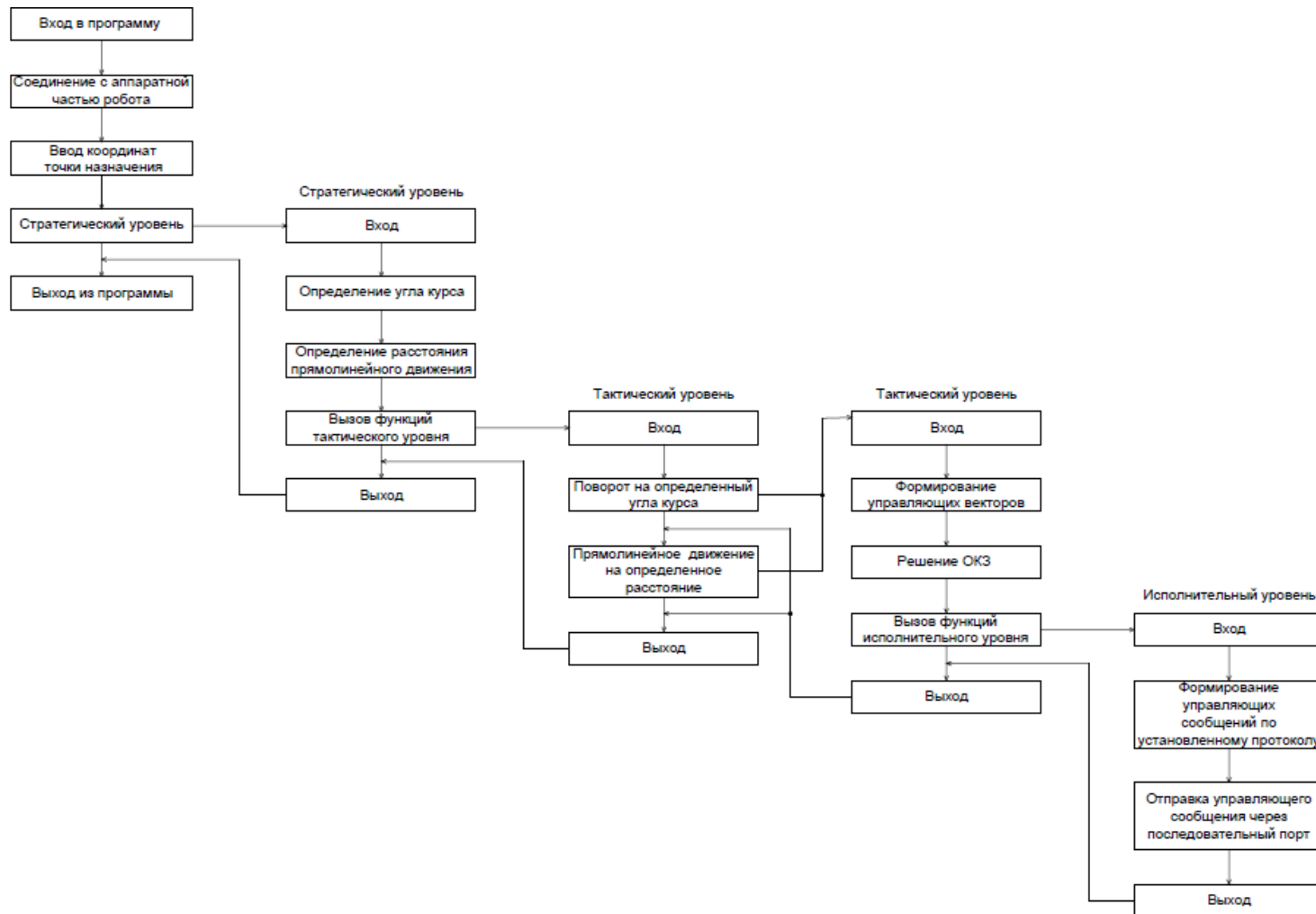


Схема поворота ноги №5



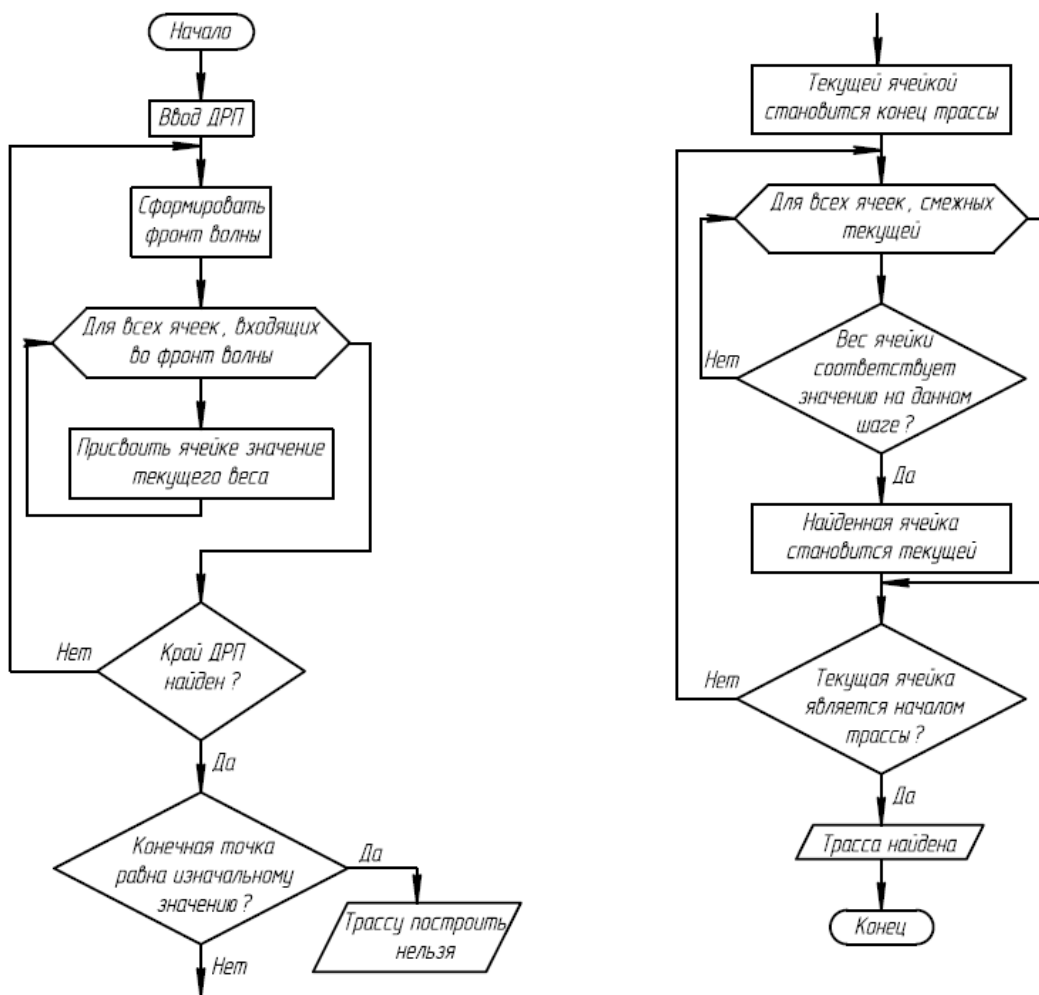
Программный код для управления движением

Блок — схема алгоритма программы управления движением робота



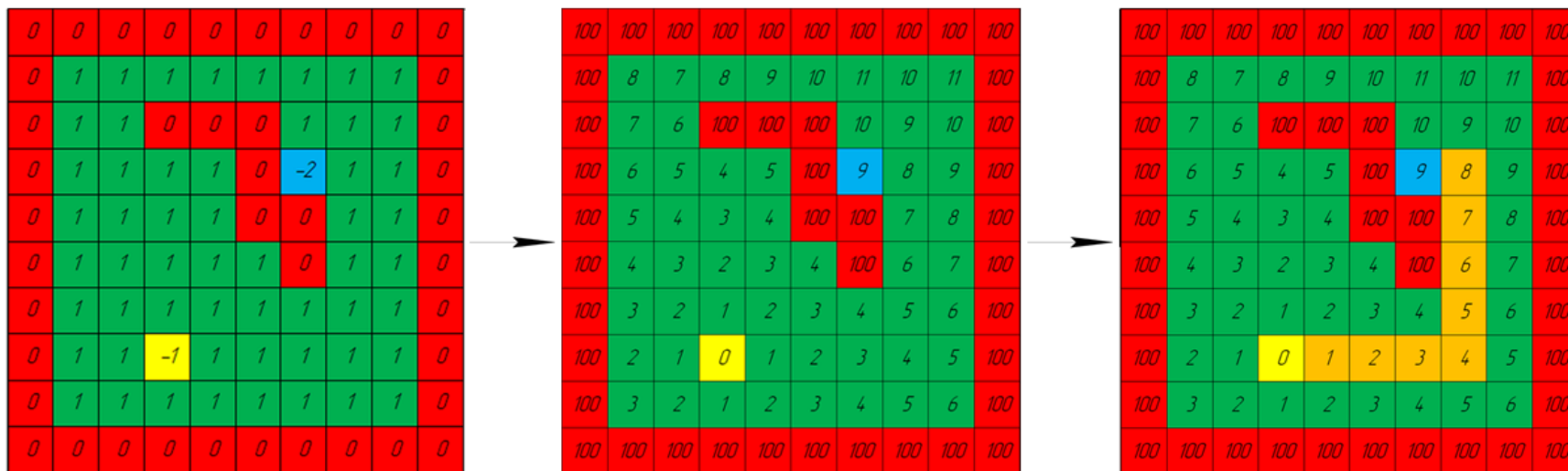
Реализация Алгоритма Ли для поиска кратчайшего пути по заданной карте местности

Блок-схема работы алгоритма



Реализация Алгоритма Ли для поиска кратчайшего пути по заданной карте местности

Визуализация работы волнового алгоритма Ли



Натурный эксперимент

№ Эксперимента	1000 мм по прямой	90° по часовой	90° против часовой
	Результаты эксперимента		
1	1010	86	91
2	950	88	90
3	973	86	95
4	1018	87	94
5	964	86	89
6	1068	85	96
7	1050	89	92
8	920	86	95
9	988	88	91
10	990	85	93
Среднее значение отклонения	36,1	3,4	2,8
Среднее значение отклонения в %	3,6	3,8	3,1

№ Эксперимента	0 поворотов	1 поворот	2 поворота	3 поворота
	Результаты эксперимента			
1	✓	✓	✓	✓
2	✓	✓	✓	x
3	✓	✓	✓	✓
4	✓	✓	✓	✓
5	✓	✓	✓	x
6	✓	✓	✓	✓
7	✓	✓	x	✓
8	✓	✓	✓	x
9	✓	✓	✓	✓
10	✓	✓	✓	
Сумма правильных отработок	10	10	9	7
Сумма неправильных отработок	0	0	1	3

Натурный эксперимент. Результаты

1. *Ошибки в случае движения по прямой — 3,6%, в случае движения по часовой стрелке — 3,8%, в случае движения против часовой стрелки — 3,1%.*
2. *При прохождении простых траекторий с нулем и одним поворотом проблем с прохождением траектории не возникло. При прохождении двух поворотов один раз из десяти робот не отработал траекторию. При прохождении трех поворотов робот трижды неправильно отработал траекторию.*
3. *Для третьей части эксперимента было рассмотрено три случая:*
 - *В случае полностью заряженного аккумулятора робот полностью отработывает траекторию на высокой скорости.*
 - *В случае напряжения 5,0 В траектория так же выполняется без ошибок, но время исполнения команд увеличивается и робот шагает медленнее.*
 - *В случае разряженного аккумулятора с напряжением ниже 4,8 В робот продолжает принимать команды, но выполняет их неправильно и не решает поставленной задачи.*

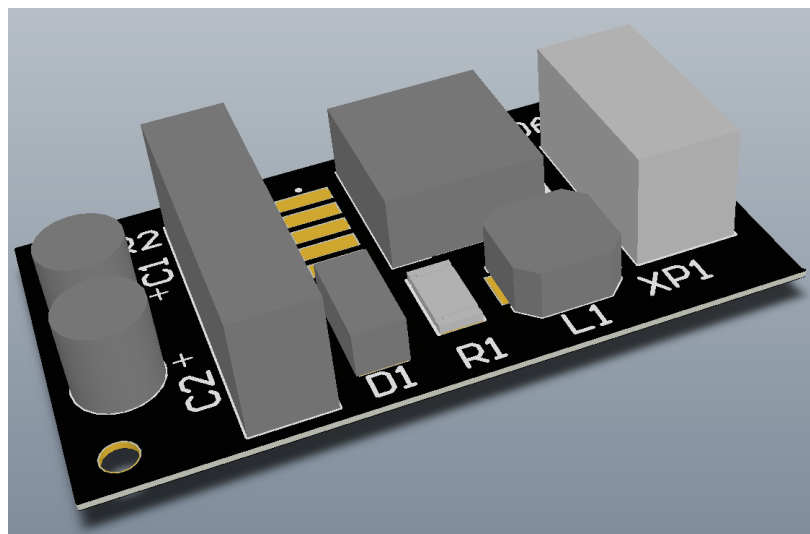
Проектирование платы стабилизации напряжения

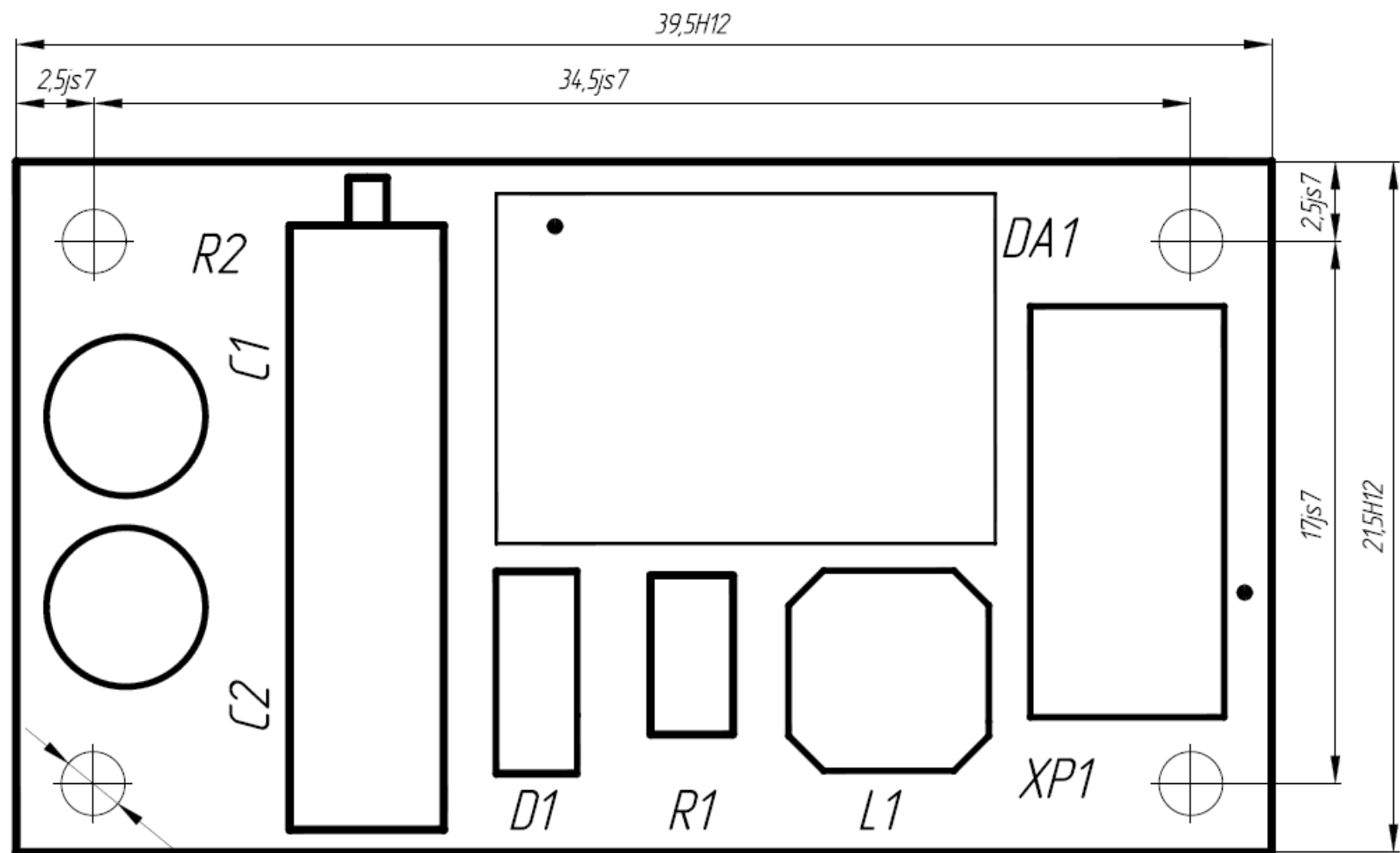
Номинальные значения и типы выбранных элементов:

- DA1 микросхема LM2596S-3.3
- R1 = 1кОм, $\pm 1\%$ (E96), 1Вт, 2010;
- R2 = 10кОм, $\pm 10\%$, 1Вт, 3006P-1-103 (Bourns);
- C1 = 470мкФ, 50V, Алюминиевый электролитический (Vishay);
- C2 = 220мкФ F, 35V, Алюминиевый электролитический (Vishay);
- L1 = 68мкГн 3.4A (EPCOS / TDK);
- D1 — Диод Шоттки, MBR350 50В 3А (Vishay);
- XP1 – Вилка штыревая 2.54мм 2x3 прямая, PLD-6(DS1021-2x3S).

Требования к плате:

- Выходное напряжение 6В $\pm 5\%$;
- Диапазон входного напряжения питания 4В–7В;
- Максимальный потребляемый ток 1А (1 канал / 1 сервопривод);
- Диапазон рабочих температур от -20 до $+40$ °C;





8 слот. 2H7

				Дипломный проект			
				Сборочный чертеж		Лист	Масштаб
Изм.	Лист	Подп.	Дата				4:1
Разраб.	Карандашев В.В.						
Проб.	Рудцов В.И.						
Т.контр.						Лист	Листов
				Плата стабилизации напряжения		МГТУ им. Н.Э. Баумана	
						Группа СМ7-121	

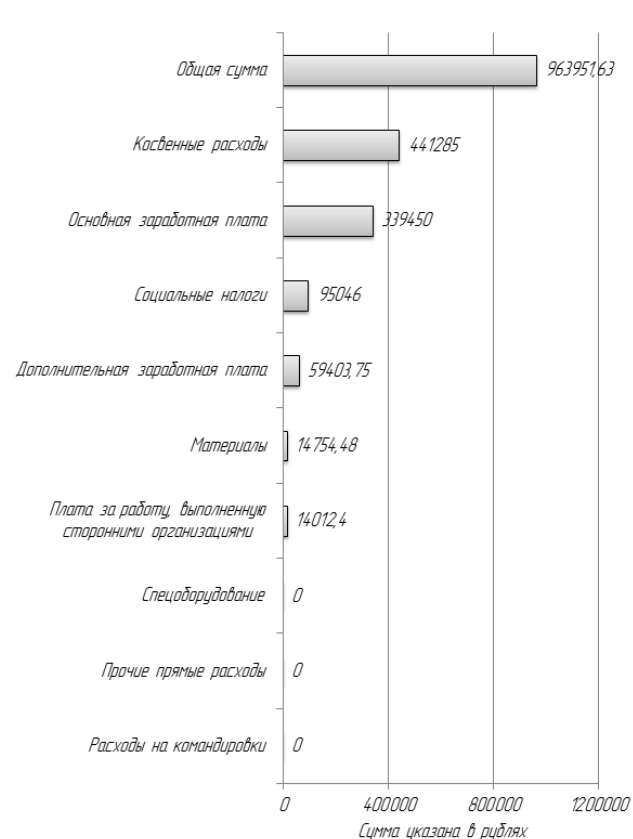
Формат А3

Организационно — экономическая часть

Продолжительность всех стадий работ

Стадия	№ этапа	Содержание этапов в стадиях	Исполнители		Продолжительность Таж, раб. дн.
			Категория	Кол-во	
I Подг.	1	Назначения работ, определение его характеристик, формирование технического задания и разработка теоретической части	Вед. инж.	1	12
			Инж.	2	
II Изгот.	1	Разработка платы управления	Вед. инж.	1	9
			Инж.	3	
	2	Разработка корпусных элементов	Вед. инж.	1	7
			Инж.	3	
III Сборка	1	Сборка корпусных элементов	Инж.	2	1
	2	Сборка платы управления	Инж.	2	1
	3	Отладка платы управления	Инж.	2	8
IV Оформл.	1	Оформление чертежей	Вед. инж.	1	5
			Инж.	2	
	2	Оформление расчетно-пояснительной записки	Секр. машинист	2	5

Общая структура затрат на проектирование



Охрана труда и экологии

Схема расположения светильников

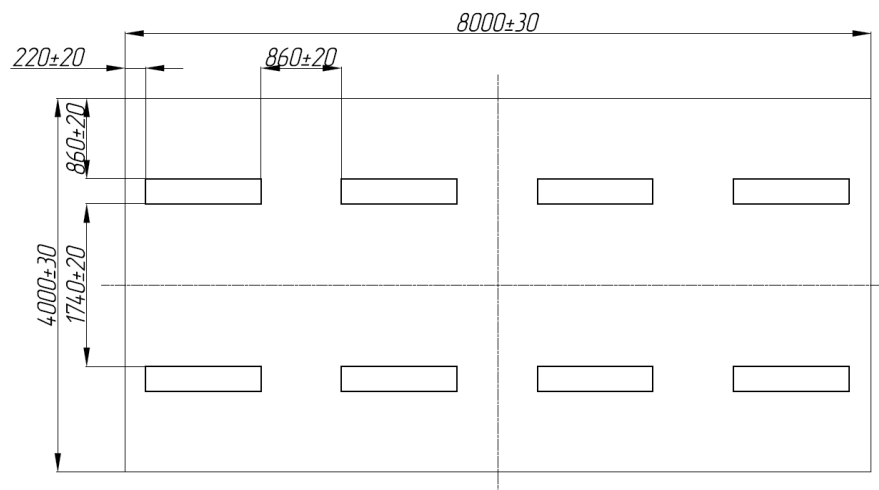
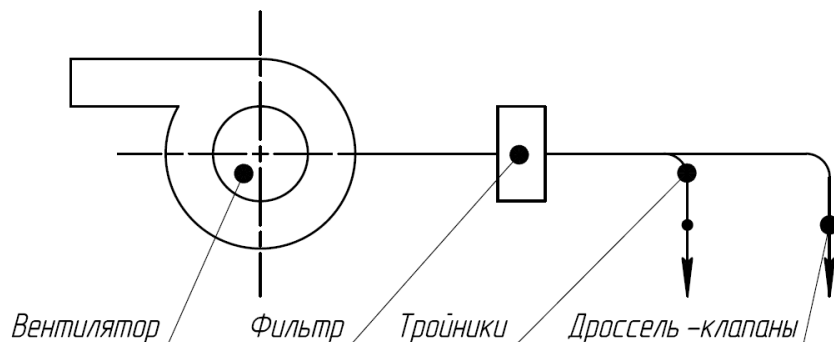
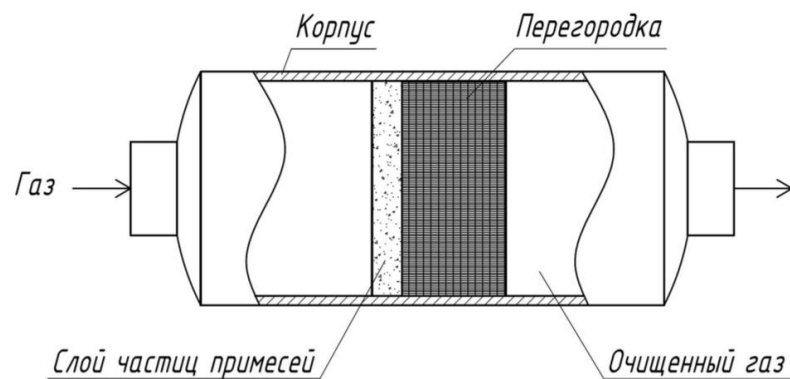


Схема системы вентиляции



Фильтр очистки воздуха



Решенные задачи

1. Подобраны двигатели для каждого звена ноги робота.
2. Произведен частотный синтез и коррекция следящего привода с соблюдением условий по ТЗ
3. Решена обратная кинематическая задача для ноги робота.
4. Реализовано прохождение кратчайшего пути по заданной карте местности.
5. Проведены натурные эксперименты и определены ошибки в прохождении заданной траектории.
6. Разработана плата стабилизации напряжения.
7. Разработан технологический процесс сборки ноги робота.
8. Рассчитаны затраты на проектирование и изготовление робота.
9. Проведен анализ опасных факторов для человека при разработке системы управления роботом. Предложено решение устранения наиболее опасного фактора.
10. Проведен анализ влияния на окружающую среду технологического процесса сборки печатной платы для системы управления роботом. Предложено решение устранения наиболее опасного фактора.

Спасибо за внимание!

