

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Астраханский государственный университет»

Факультет физики, математики и инженерных технологий
Кафедра электротехники, электроники и автоматики

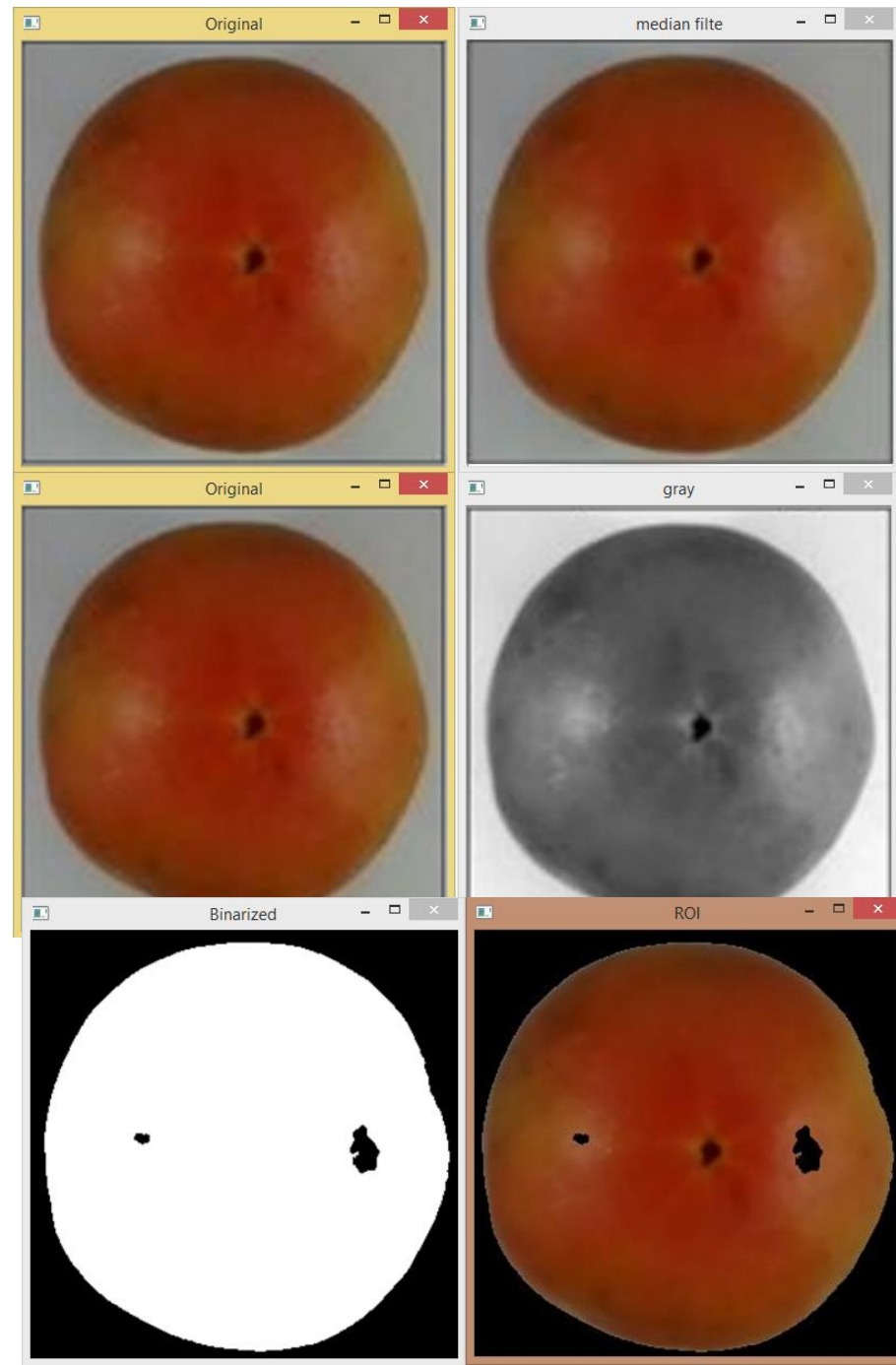
РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО РОБОТА С СИСТЕМОЙ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАБОТ

Выполнил: студент группы РТ-41 Кучиев Феликс Робертович

Научный руководитель: к.ф.-м.н, доцент кафедры ЭЭиА Рыбаков Алексей Владимирович

Актуальность

В настоящее время идет тенденция вытеснения ручного труда, причем сельскохозяйственная область нуждается в этом не менее чем иные промышленные предприятия, автоматизация которых идет уже давно и достигло впечатляющих результатов, чего не сказать о сельскохозяйственном секторе. Поэтому создание робототехнических систем для сельского хозяйства задача не тривиальная и требует повышенного внимания. Использование данного робота в сельском хозяйстве имеет ряд преимуществ, таких как точное определение и подсчет спелых помидоров без наличия человека, роботы не нуждаются в отдыхе и не имеет возможность обманывать работодателя.



Цель работы

Мобильная платформа с системой компьютерного зрения разрабатывается с целью мониторинга тепличного помещения, облегчения и ускорения процесса сбора томатов.



Задачи





Исходя из цели были сформулированы следующие задачи:

- провести обзор аналогичных систем
- построить 3D модель мобильного робота
- разработать программу определения и подсчета томатов
- разработать программу обнаружения QR-кода
- разработать программу движения мобильного робота
- разработать принципиальную электрическую схему
- спроектировать печатную плату управления двигателями
- спроектировать сборочный чертеж мобильного робота
- спроектировать развертку корпуса мобильного робота
- разработать технологическую схему сборки мобильного робота
- разработать кинематическую схему мобильного робота
- разработать макет разрабатываемой системы

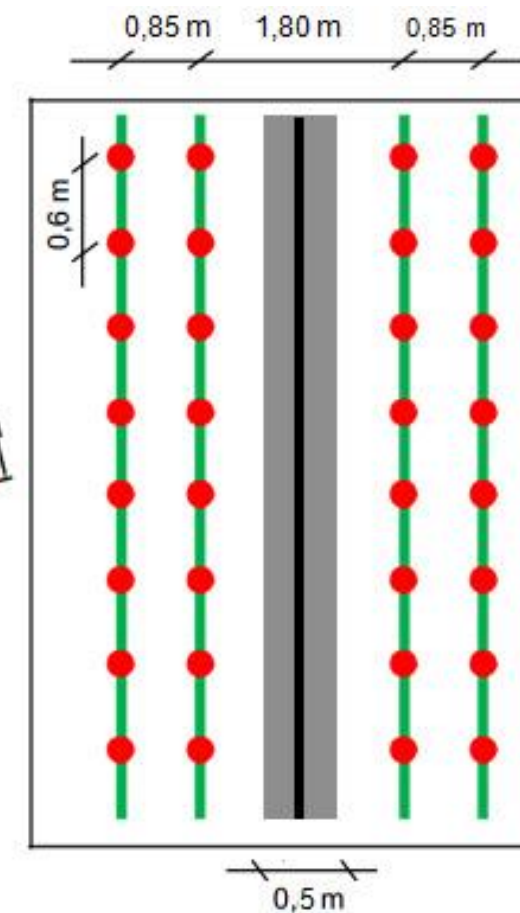
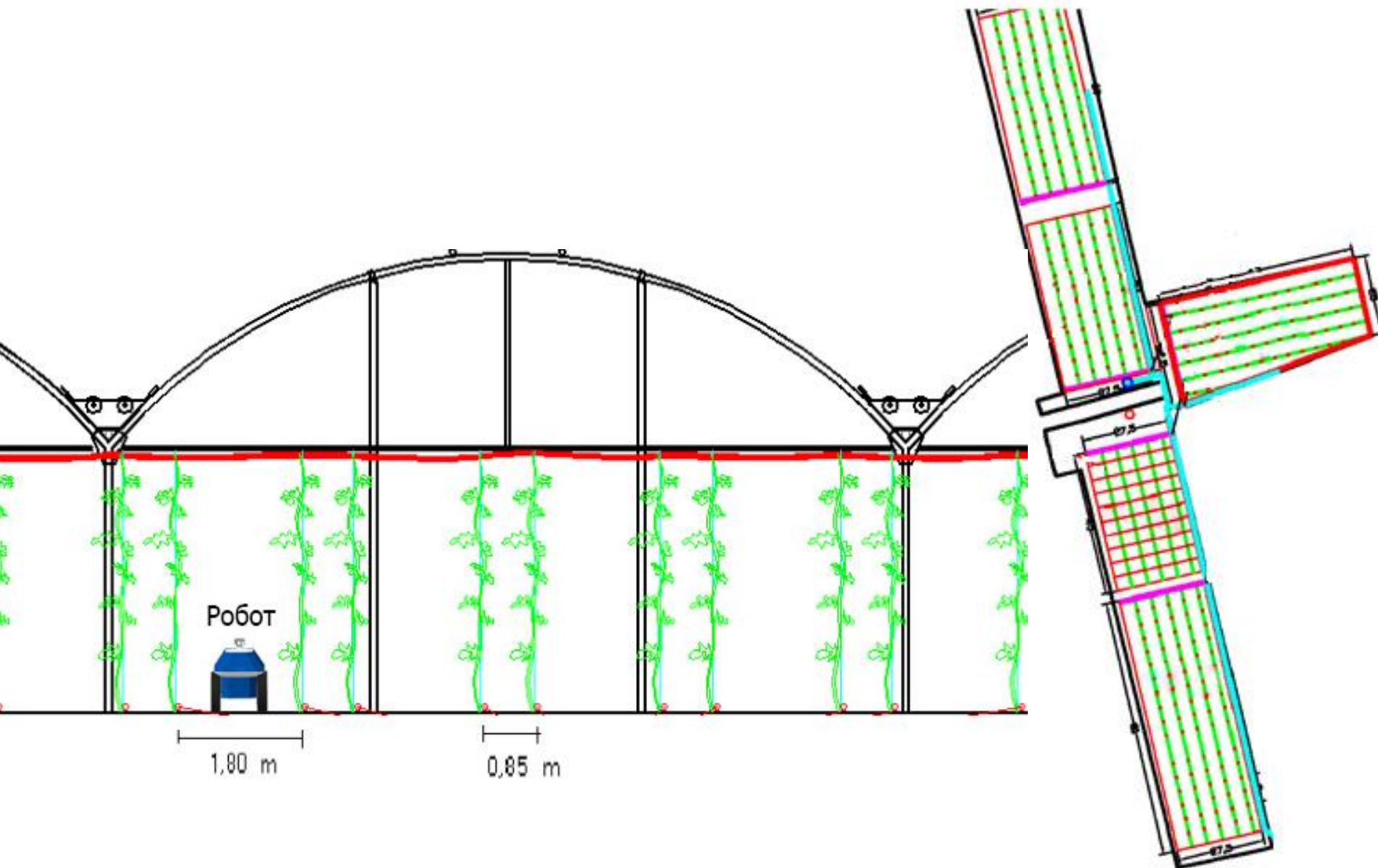


Обзор аналогов



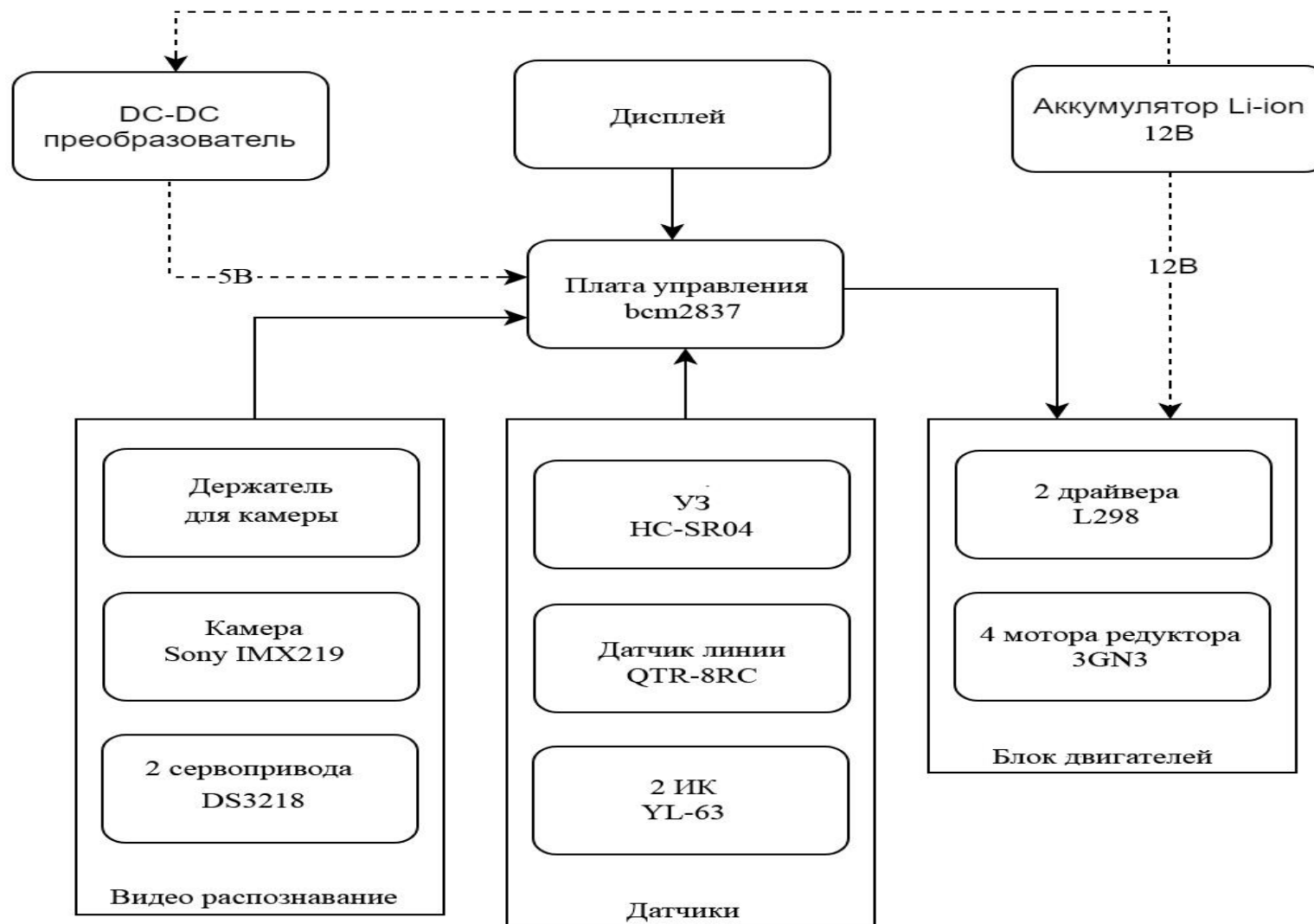
ХАРАКТЕРИСТИКИ	FarmWise	Abundant Robotics	Sweeper	FarmView
Возможность работы без участия человека	да	да	да	да
Оснащение	Техническое зрение, машинное обучение	Техническое зрение, манипулятор	Техническое зрение, манипулятор	Техническое зрение, манипулятор
Преимущества	Автономность, увеличение кол-ва собранного урожая, сокращает затраты на обеспечение	Срывает фрукты не вредя веткам растения.	Манипулятор работает аккуратно и не устает, а на каждый плод тратит около 24 секунд, сокращает затраты на рабочую силу	Предоставляет фермеру примерный прогноз урожайности, что увеличивает урожайность выращиваемых культур.
Недостатки	-	Не способен работать с мягкими помидорами, клубниками	-	-
Внешний вид				

Тепличное хозяйство

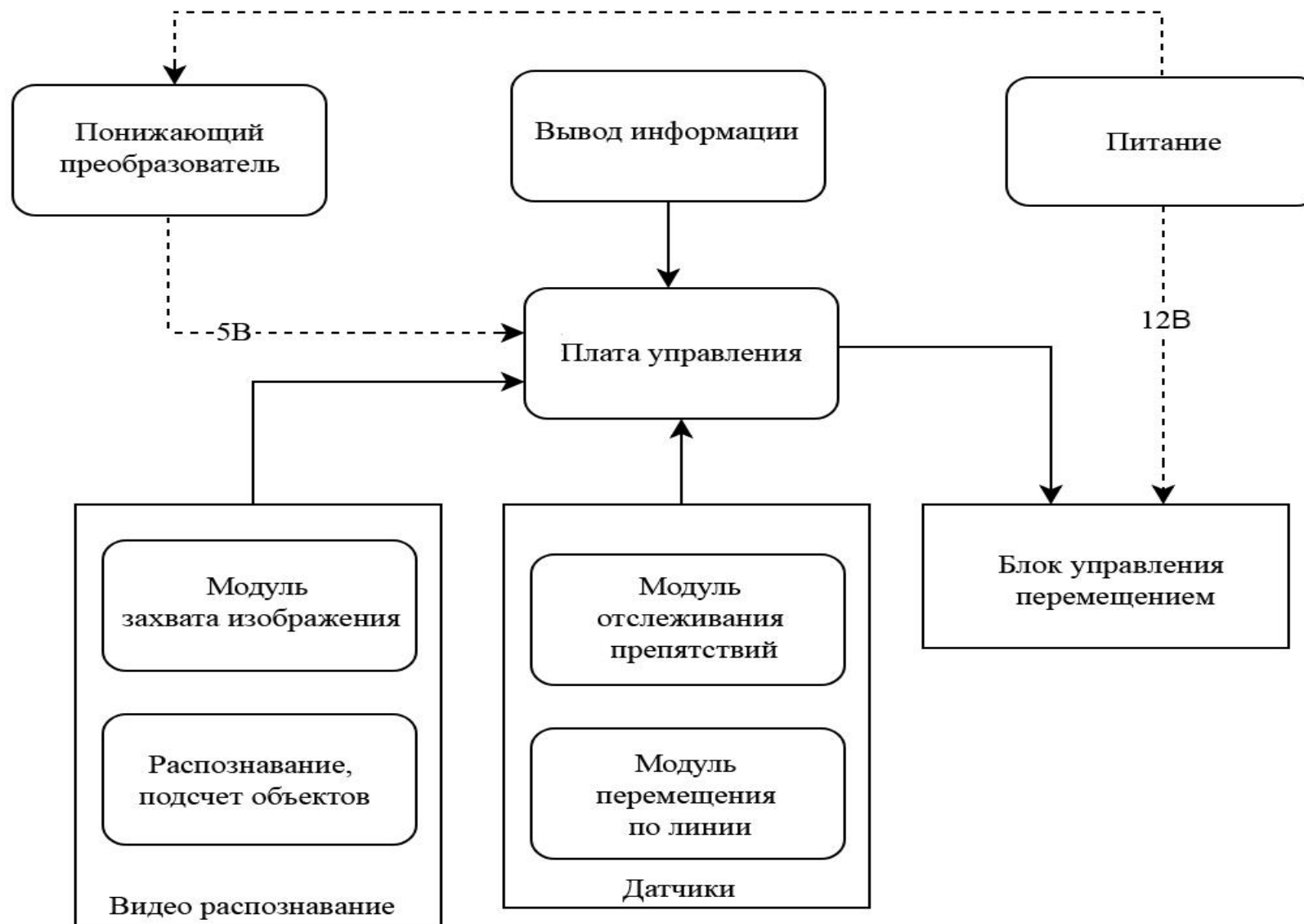


Конструктивно-технологическая часть

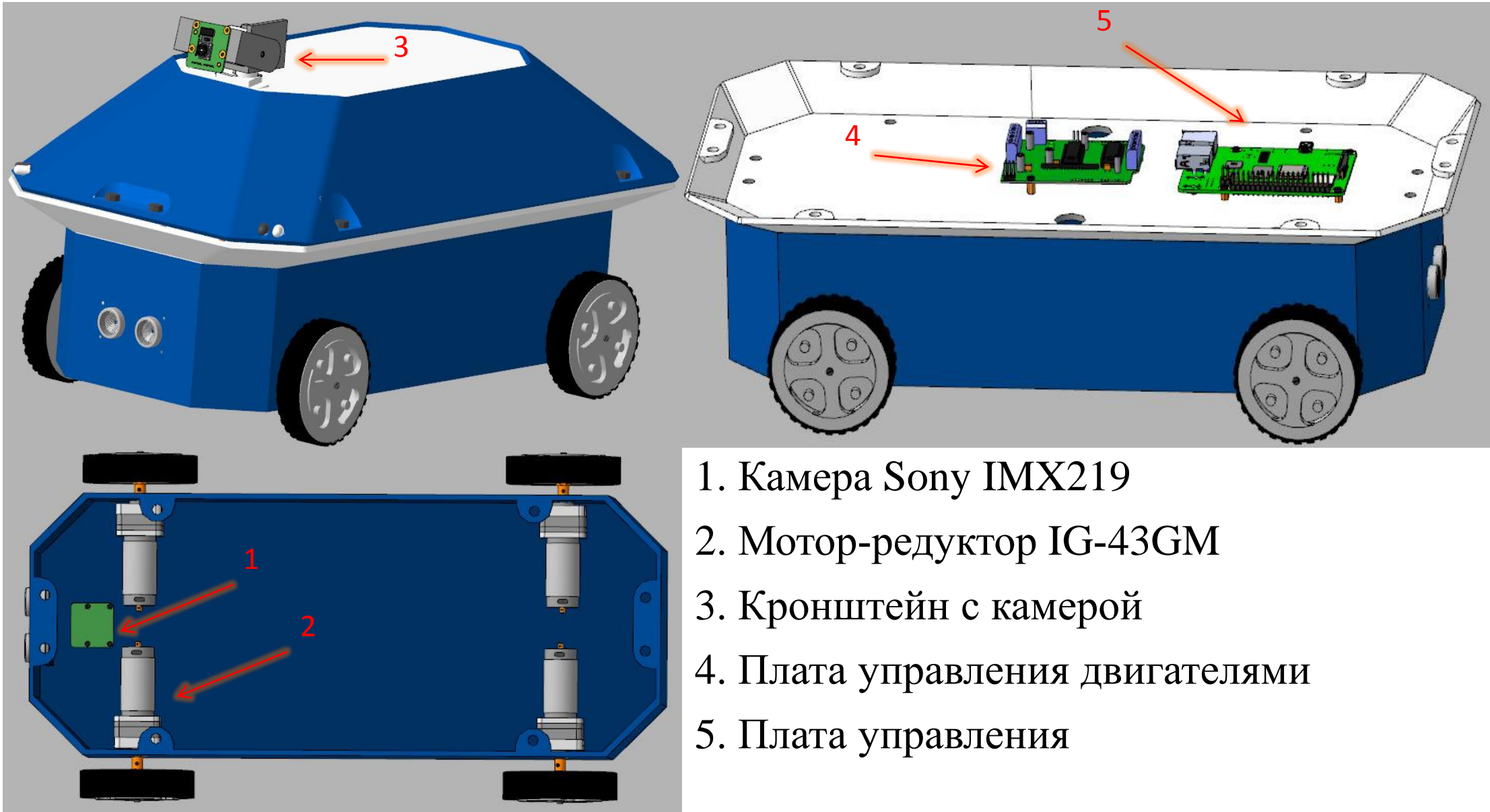
Структурная схема:

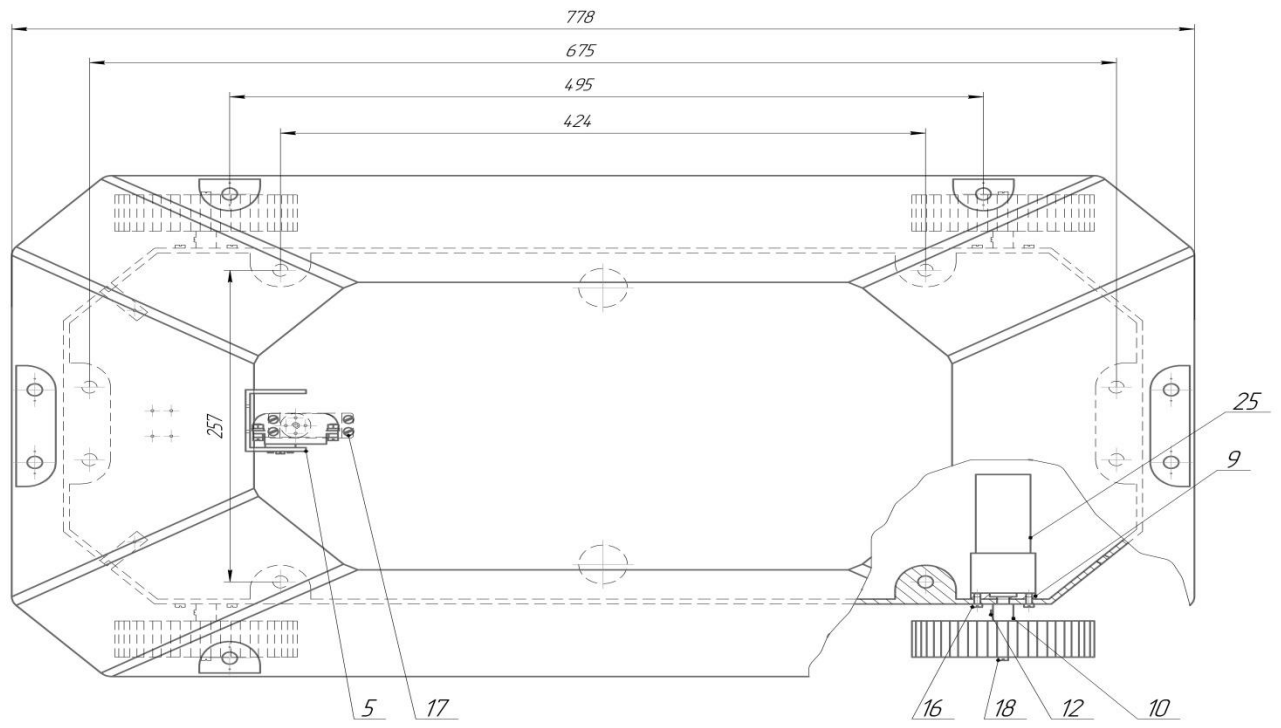
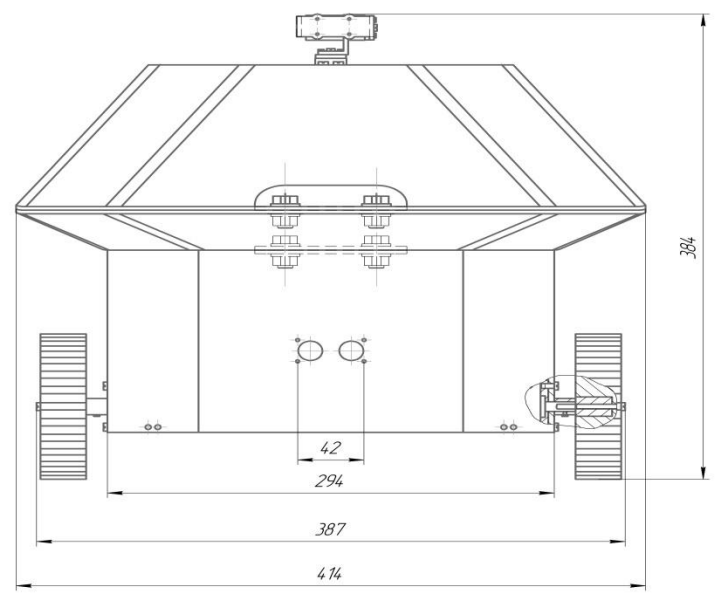
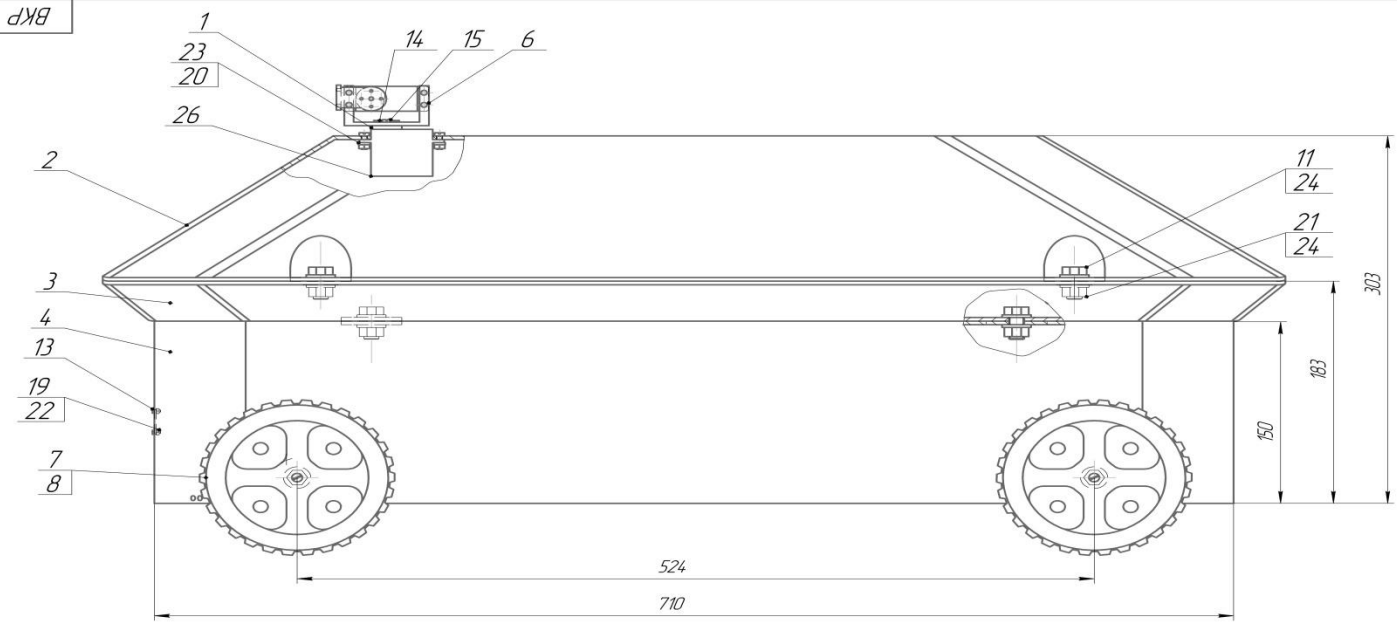


Функциональная схема:

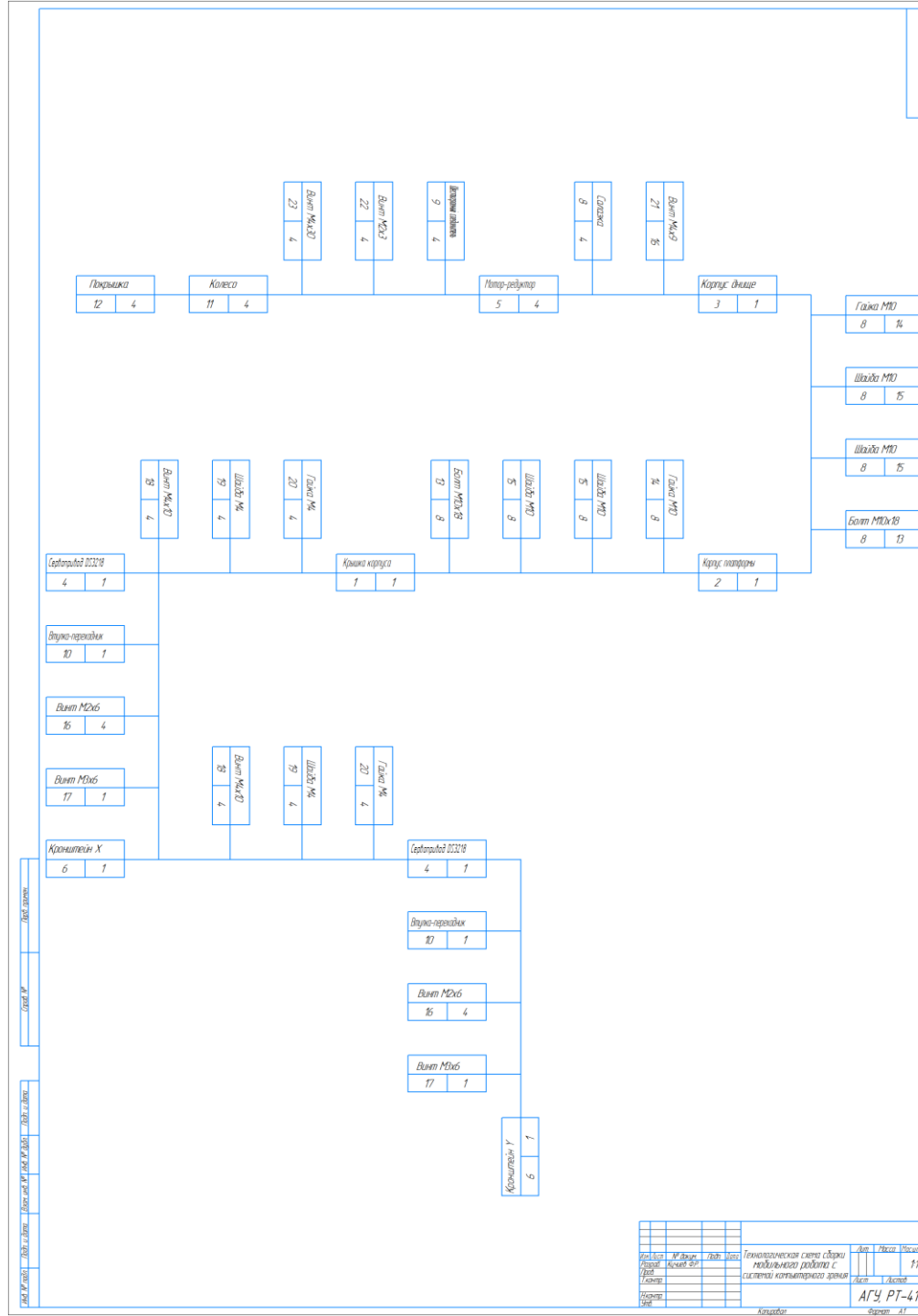


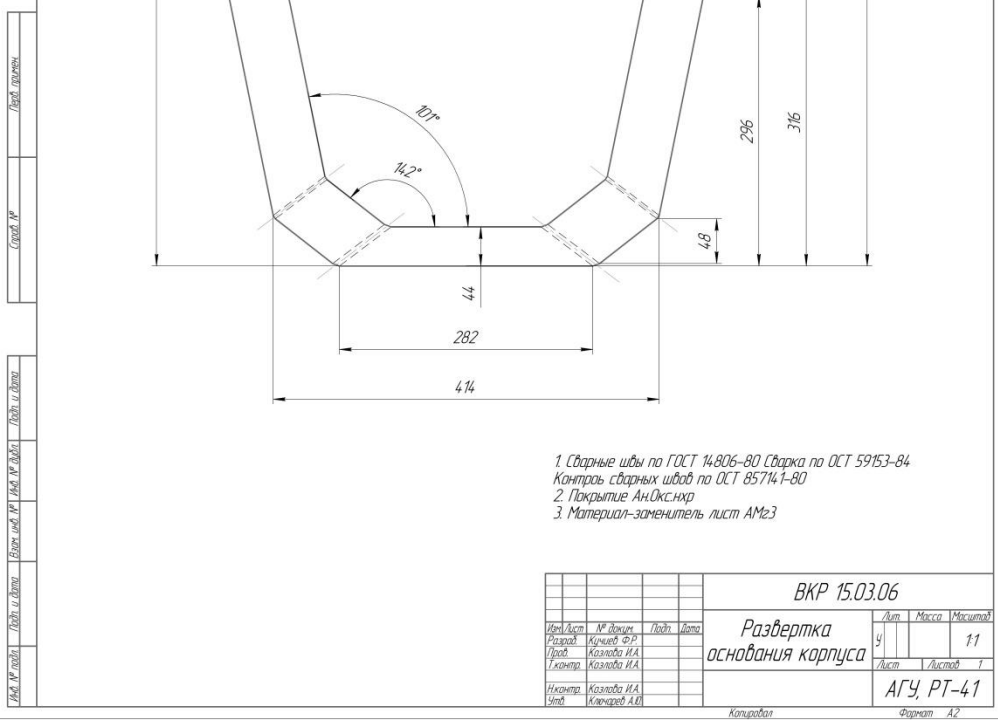
Корпус мобильного робота:





ВКР 15.03.06 СБ				Мобильный робот с системой компьютерного зрения				Лист	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	у	у	у	1:2	1:2
Разработ.	Козлова И.А.	Козлова И.А.	Козлова И.А.	Козлова И.А.	Лист	Листов	Т	АГУ, РТ-41	Формат А1
Проект.	Козлова И.А.	Козлова И.А.	Козлова И.А.	Козлова И.А.					
Начерт.	Козлова И.А.	Козлова И.А.	Козлова И.А.	Козлова И.А.					
Черт.	Козлова И.А.	Козлова И.А.	Козлова И.А.	Козлова И.А.					



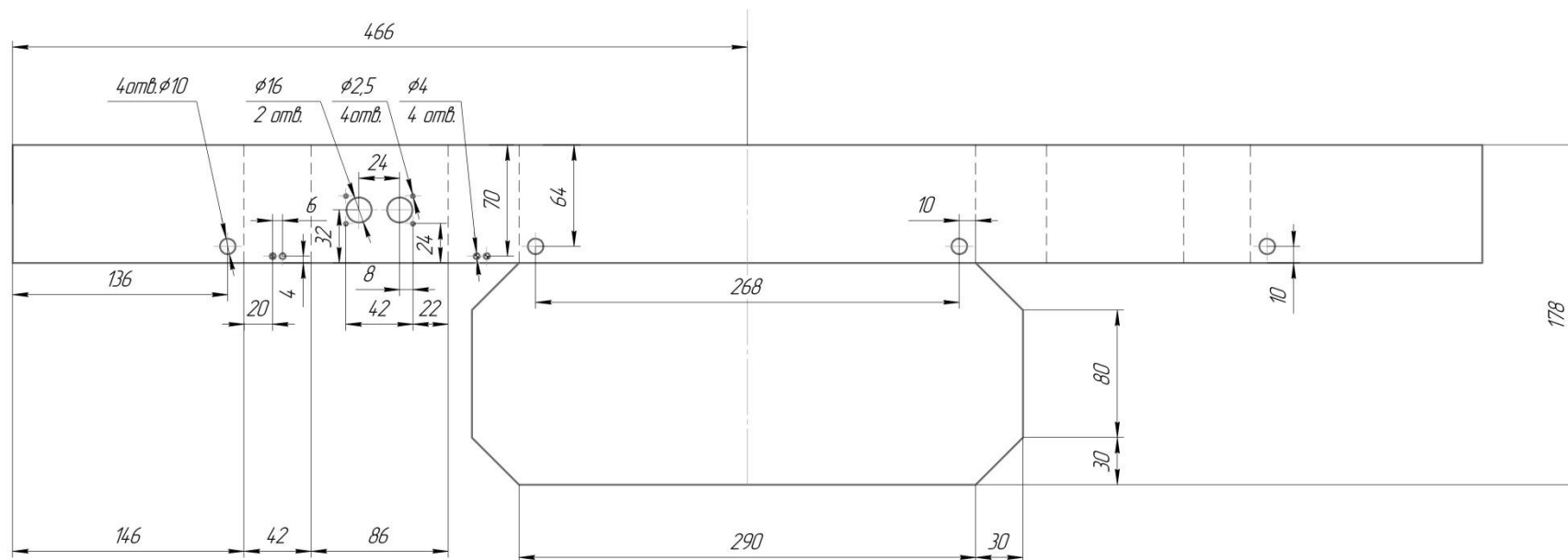


						ВКР 15.03.06				
						Развертка основания корпуса		Лит	Масса	Мощность
Имя	Фамилия	Имя	Фамилия	Подпись	Дата			у		11
Проект	Колесова И.А.							Лист	Листов	1
Контракт	Колесова И.А.									
Исполнитель	Колесова И.А.					АГУ, РТ-41				
Место	Караваев А.В.					Колесов		Формат А2		

[illegible]

BKP 15.03.06

BKP 15.03.06



1. Сварные швы по ГОСТ 14806-80 Сварка по ОСТ 59153-84
Контроль сварных швов по ОСТ 85714-80
2. Покрытие Ан.Окс.нхр
3. Материал-заменитель лист АМз3

[illegible]

Перв. примен.

Справ. №

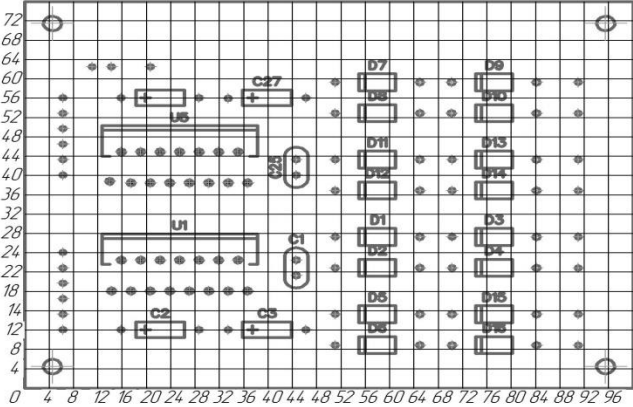
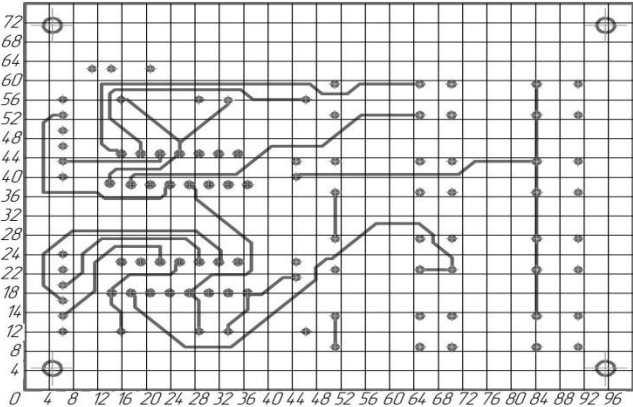
Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам инв. №

Подп. и дата

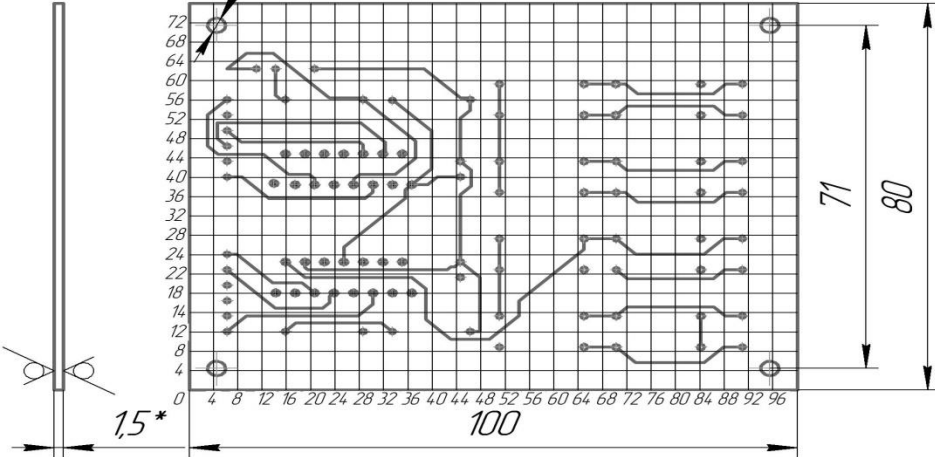
Инв. № подл.



Обозначение отверстий	Диаметр отверстий, мм	Диаметр контактной площадки, мм	Количество отверстий
•	0.6 ¹	2.5	94
•	0.8 ¹	2.5	2

4 отв $\phi 3$

$Rz40$
✓ (✓)



1. * Размер для справок

2. Плата должна соответствовать ГОСТ 2.417-91

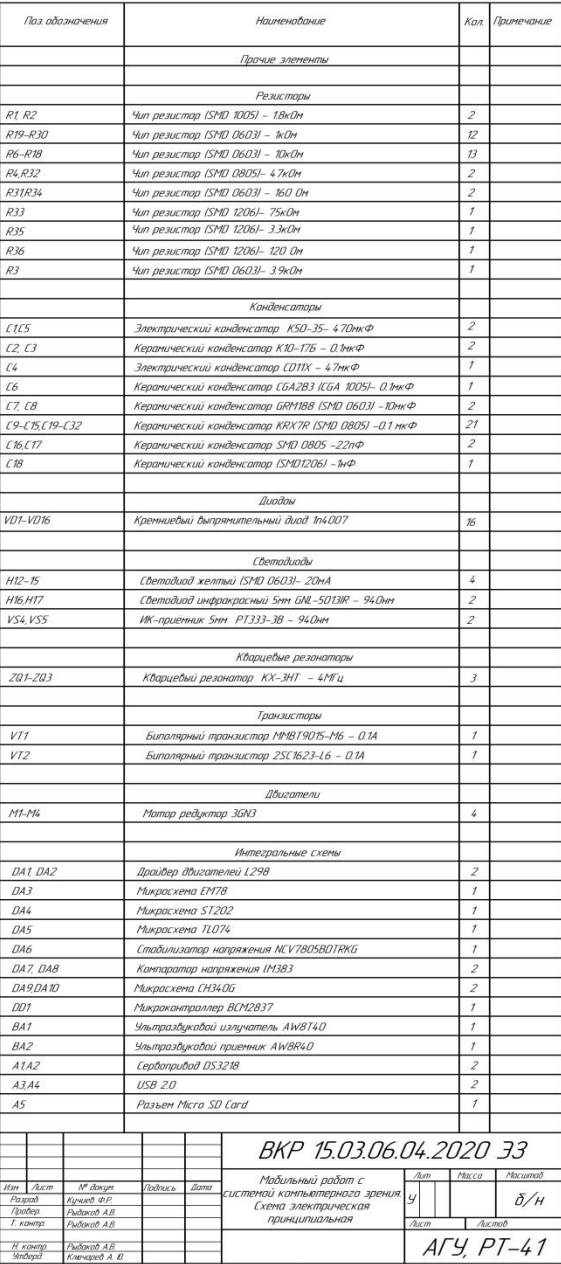
3. Минимальная ширина проводников 0,7 мм.

4. Требования к параметрам элементов платы – в соответствии с конструктивными данными.

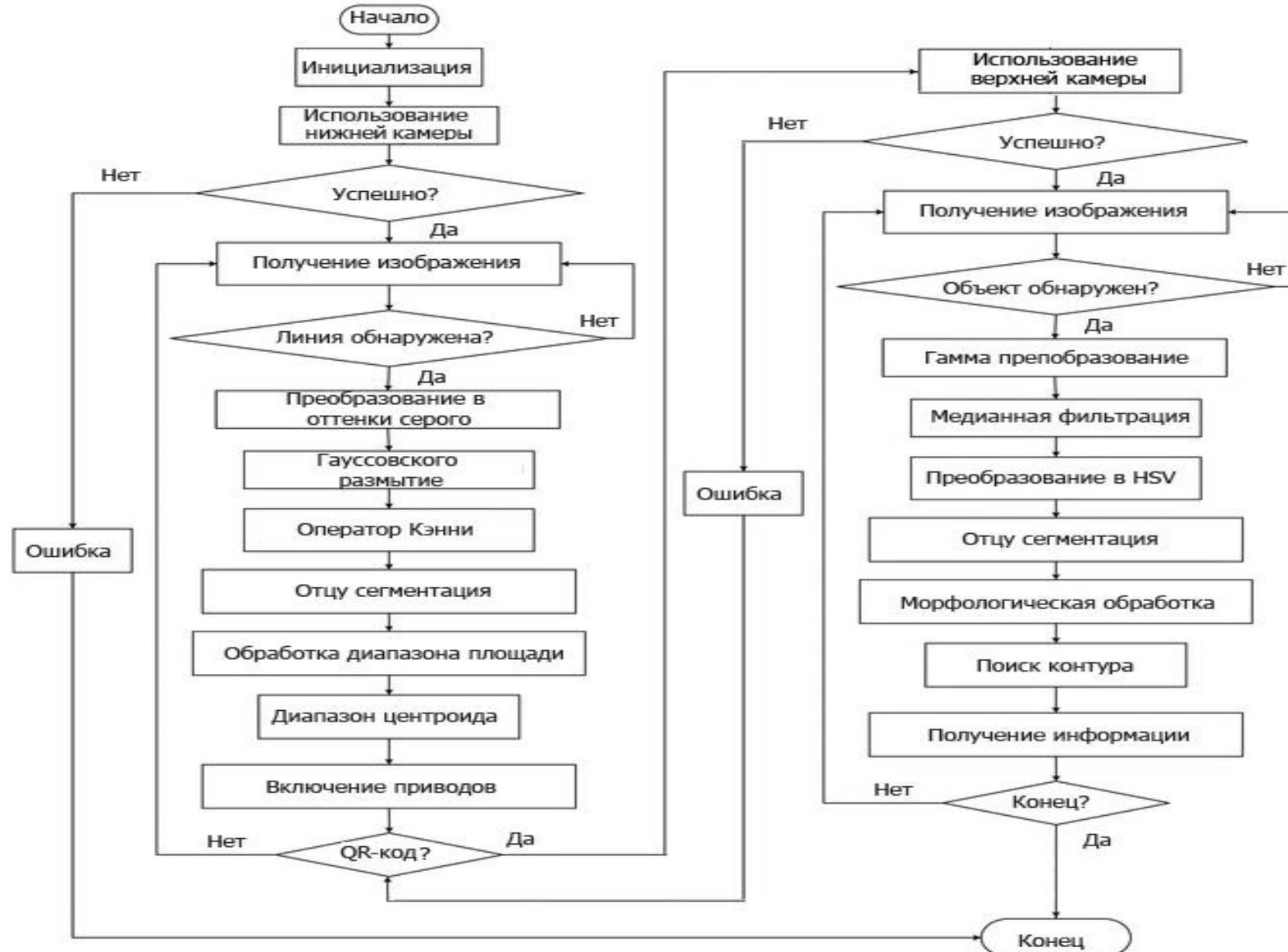
5. Наименьшее расстояние между проводниками 0.4 мм.

6. Наименьшее расстояние между контактными площадками 0.7 мм.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Плата управления двигателями	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Кучиев Ф.Р.					у		2:1
Проб.	Рыдаков А.В.					Лист	Листов	1
Т.контр.	Рыдаков А.В.							
Н.контр.	Рыдаков А.В.				Стеклотекстолит СТЭФ ГОСТ-12652-74	АГУ, РТ-41		
Утв.					Копировал	Формат А3		



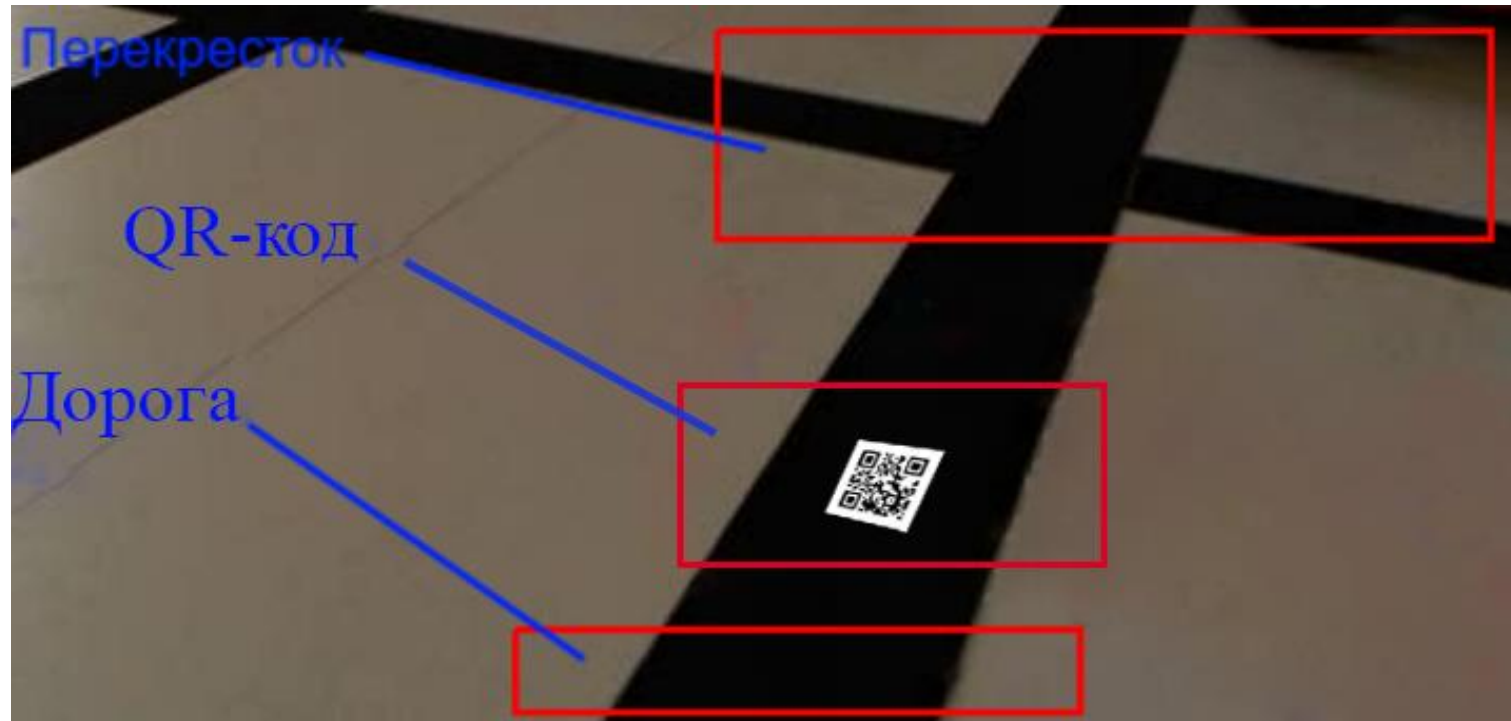
Разработка программы

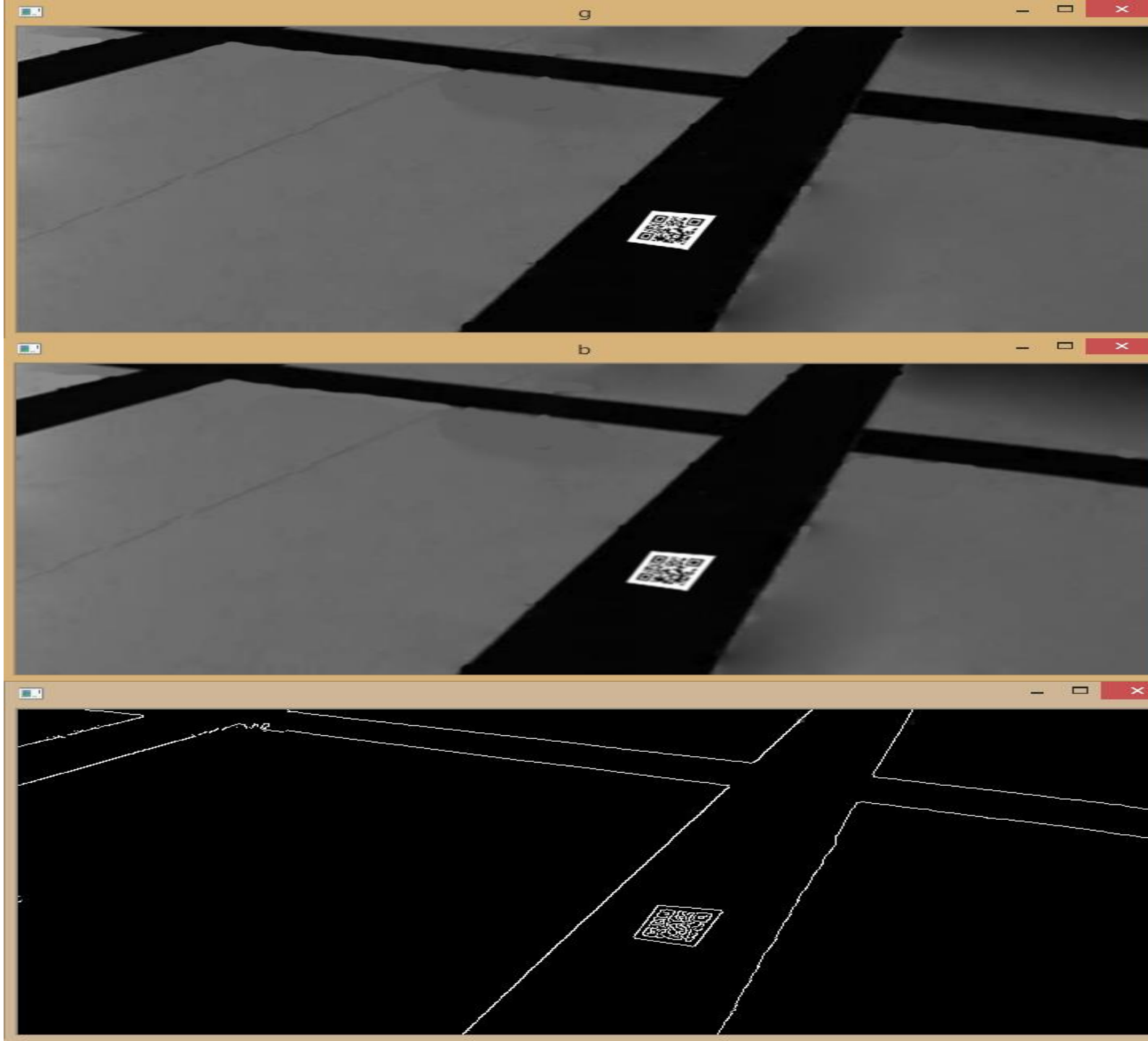


Движение мобильной платформы

Первым делом для того, чтобы робот выполнял поставленные перед собой задачи, робот должен распознавать следующие классы объектов:

1. Дорога. Представляет собой черную линию толщиной 50 мм;
2. Перекресток. Представляет собой пересечение двух линий;
3. Знаки. QR-коды.



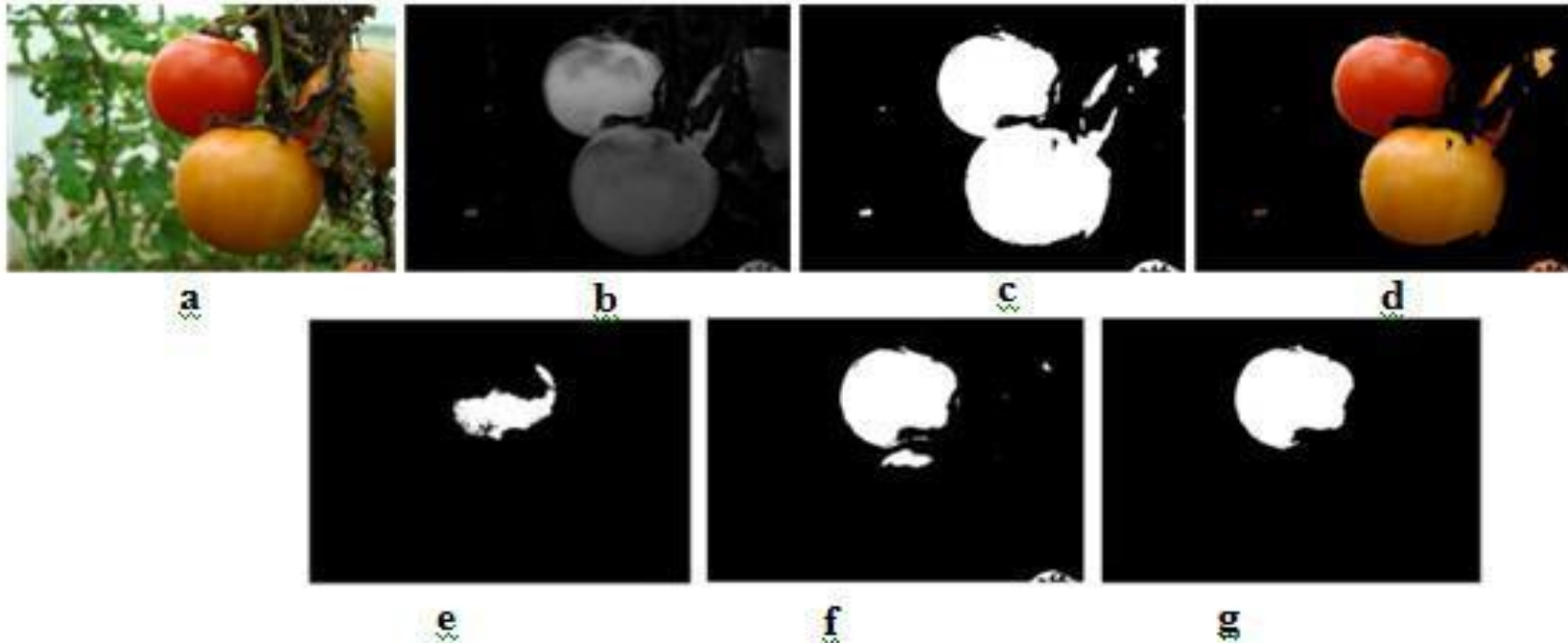


Обнаружения QR-кода

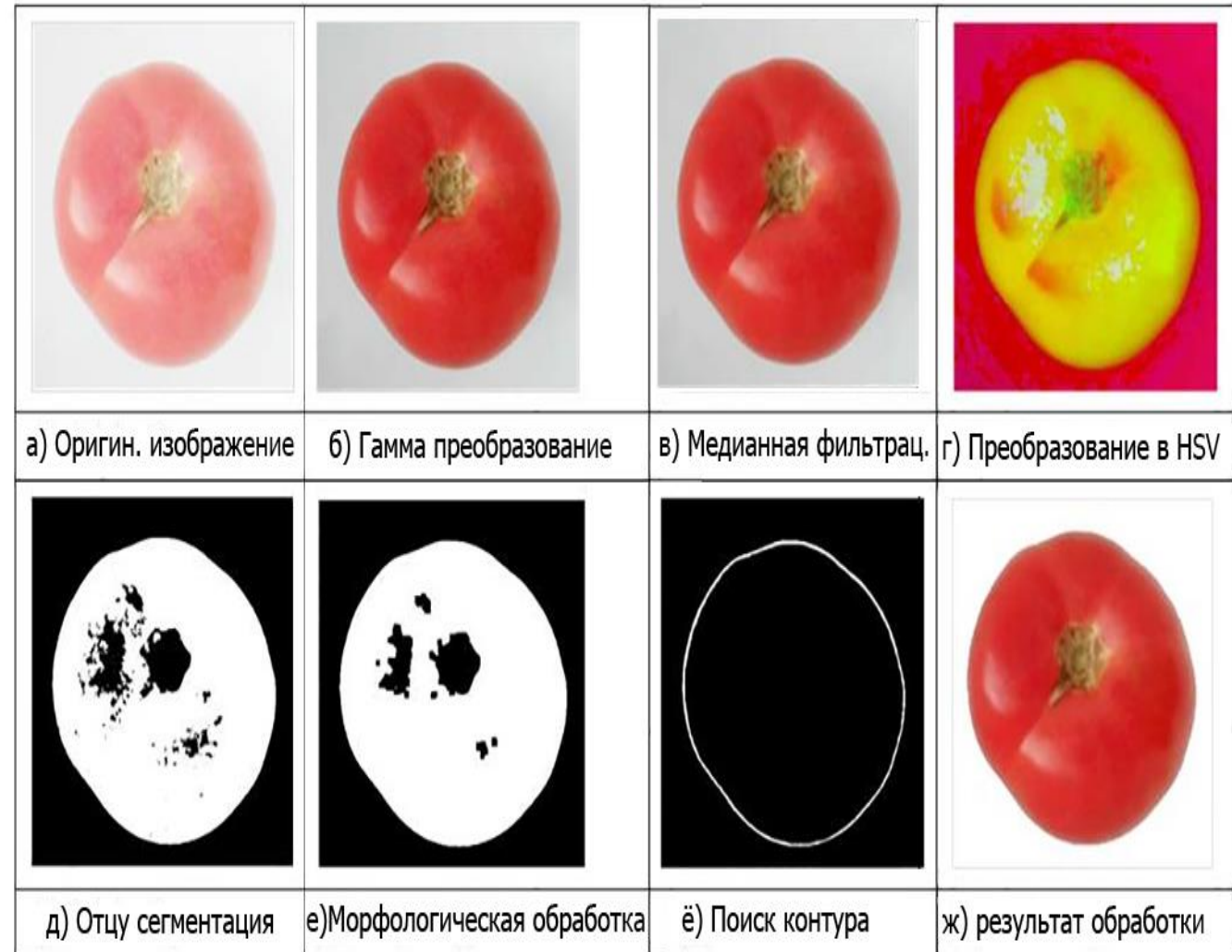
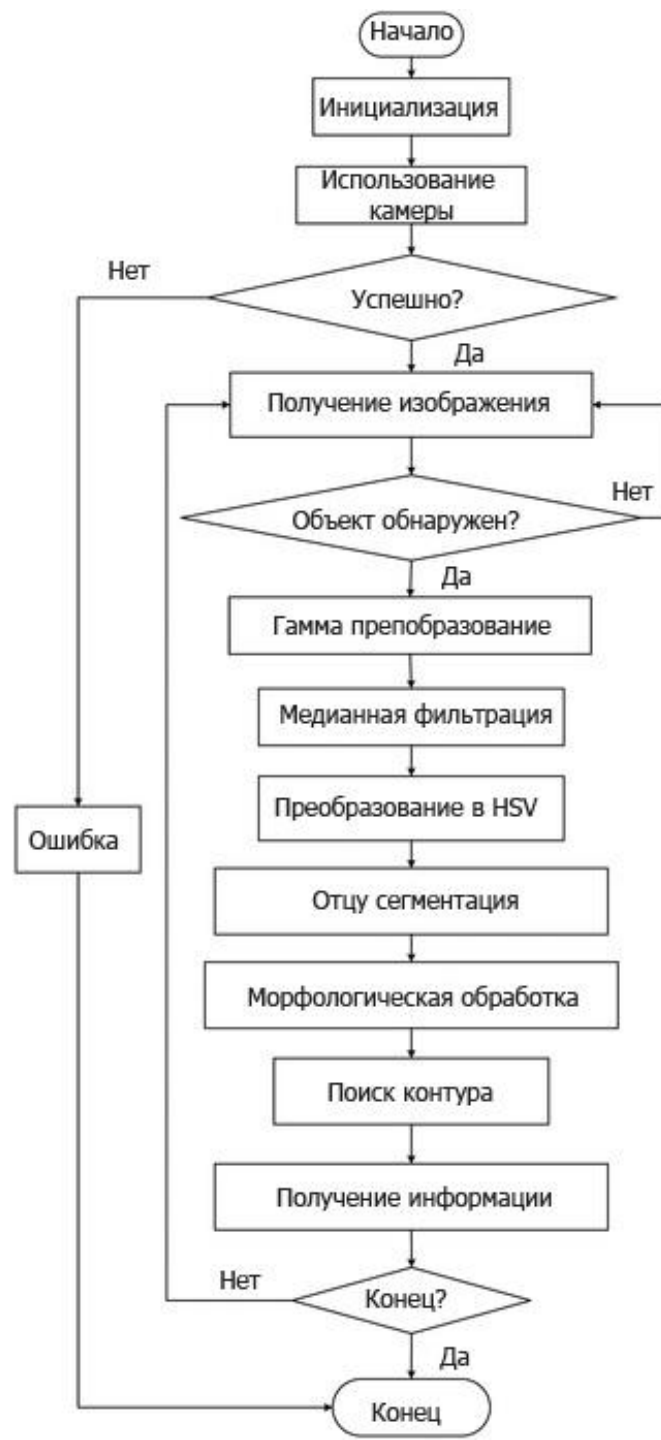
QR-код - это машиночитаемая оптическая метка, которая содержит информацию об элементе, к которому он прикреплен.



Обнаружение томатов

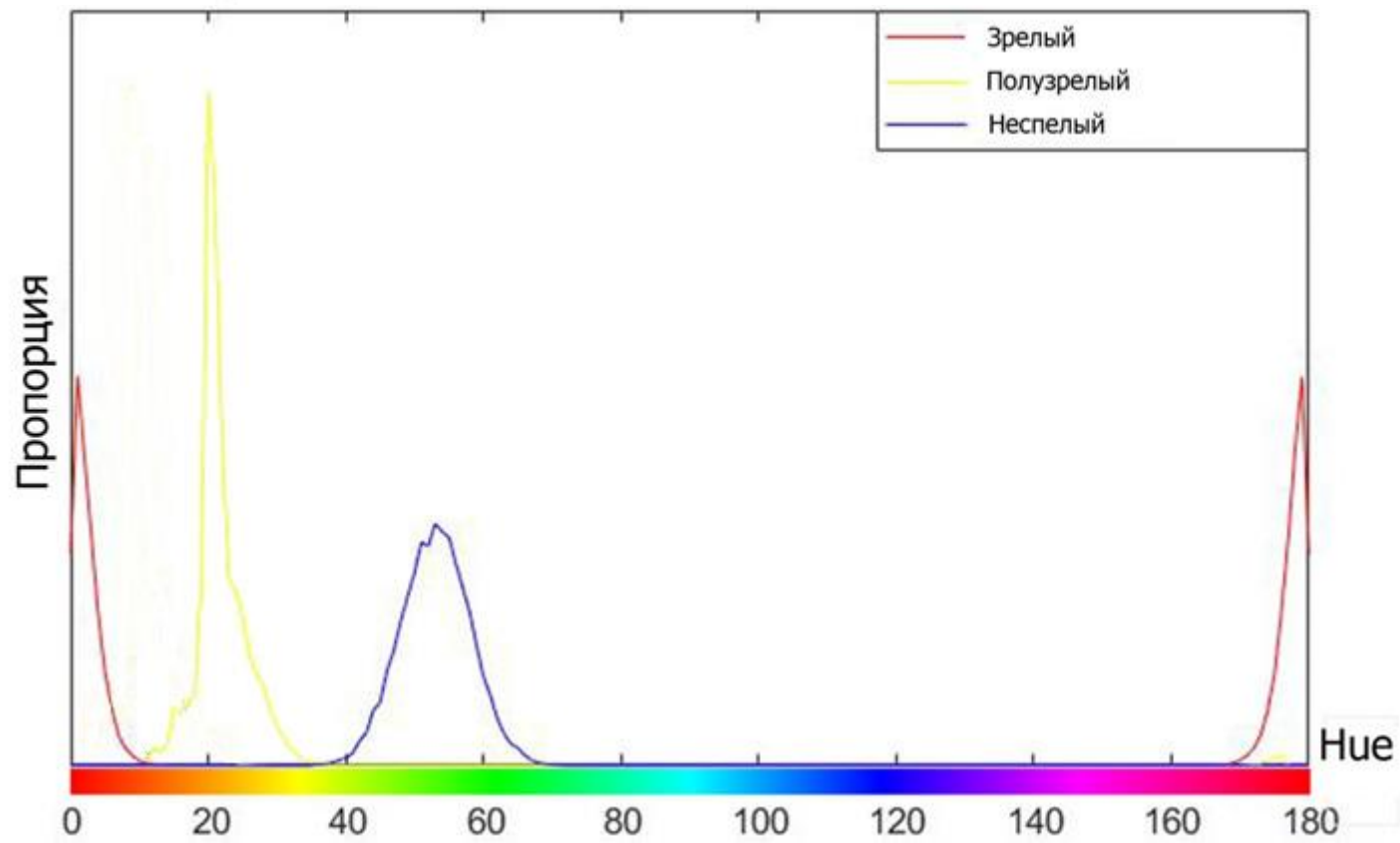


- (a) Исходное цветное изображение,
- (b) Серое изображение,
- (c) Двоичное изображение,
- (d) Изображение после удаления фона,
- (e-f) Извлечение красных пикселей,
- (g) Распознавание томата



HSV преобразование

$$\text{Hue} = \begin{cases} 0 \sim 10 \text{ или } 170 \sim 180, & \text{зрелый томат} \\ 10 \sim 38, & \text{полузрелый томат} \\ 40 \sim 67, & \text{незрелый томат} \end{cases}$$



Результаты тестирования вне теплицы (на белом фоне)



Обнаружение				Ошибки	Точность
No	Зрелые	Полузрелые	Неспелые		
1	12	7	4	2	93.3%
2	21	12	2	9	92.5%
3	37	25	6	9	92.5%



Результаты тестирования в теплице

Обнаружение			Ошибки	Точность
No	Зрелые	Полузрелые		
1	29	2	10	31.7%
2	27	5	12	37.8%
3	24	2	9	34.2%
4	21	7	15	29.3%

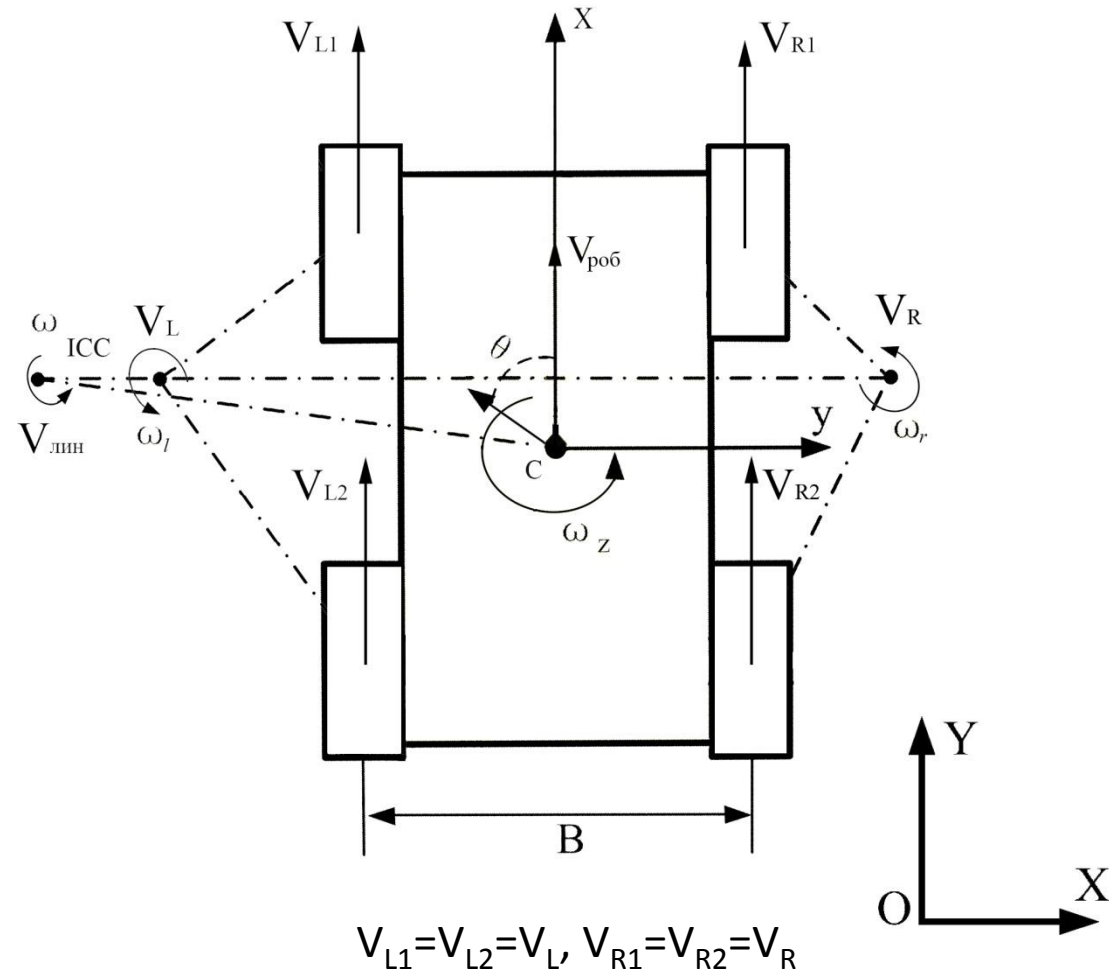
Кинематика мобильного робота



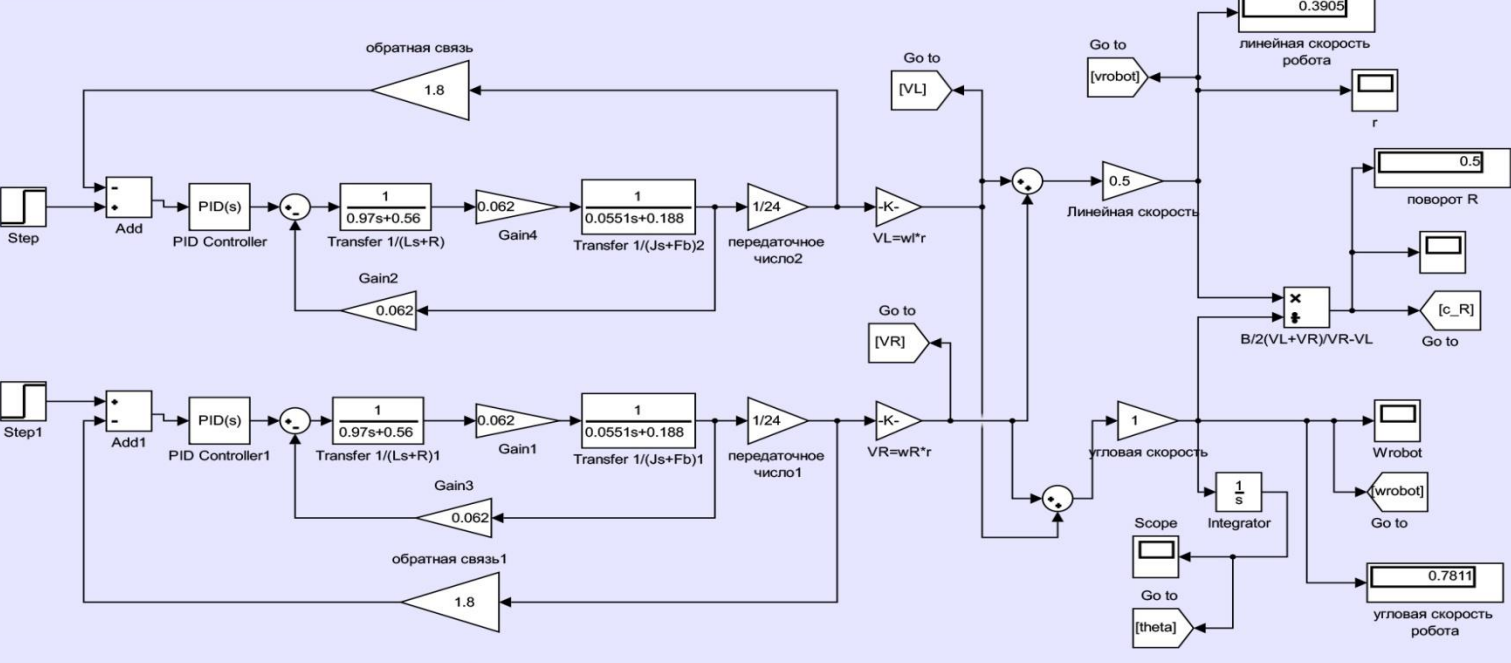
$$R_z(\theta) = \begin{pmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & 0 \\ \sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{cases} \dot{x}_c = \frac{r}{2} \cdot (\omega_l + \omega_r) \cdot \cos\theta; \\ \dot{y}_c = 0; \\ \dot{\theta} = \frac{r}{2} \cdot (\omega_r - \omega_l), \end{cases}$$

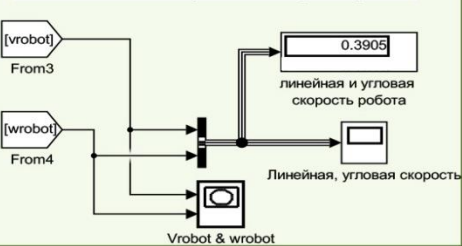
$$\dot{q} = \begin{bmatrix} \dot{x}_c \\ \dot{y}_c \\ \dot{\theta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{r}{2} \cdot \cos\theta & \frac{r}{2} \cdot \cos\theta \\ \frac{r}{2} \cdot \sin\theta & \frac{r}{2} \cdot \sin\theta \\ \frac{r}{b} & \frac{r}{-b} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_r \\ \omega_l \end{bmatrix}.$$



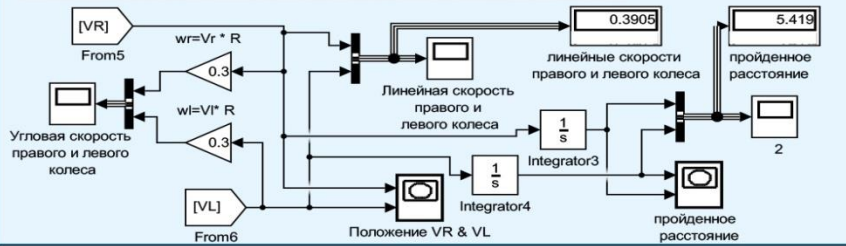
Модель системы робота с дифференциальным приводом



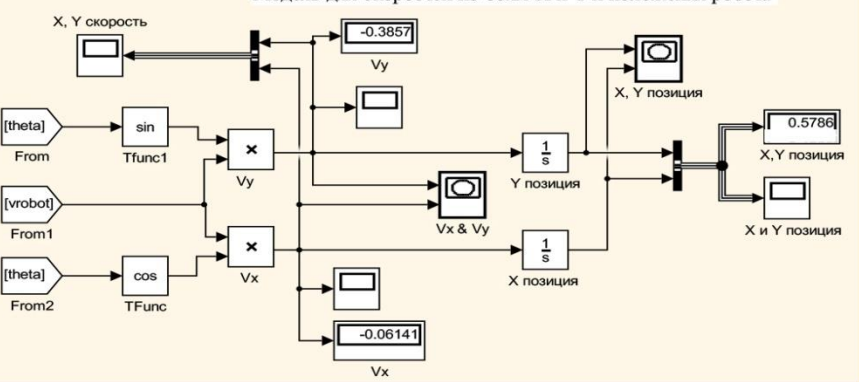
Модель линейной и угловой скорости робота



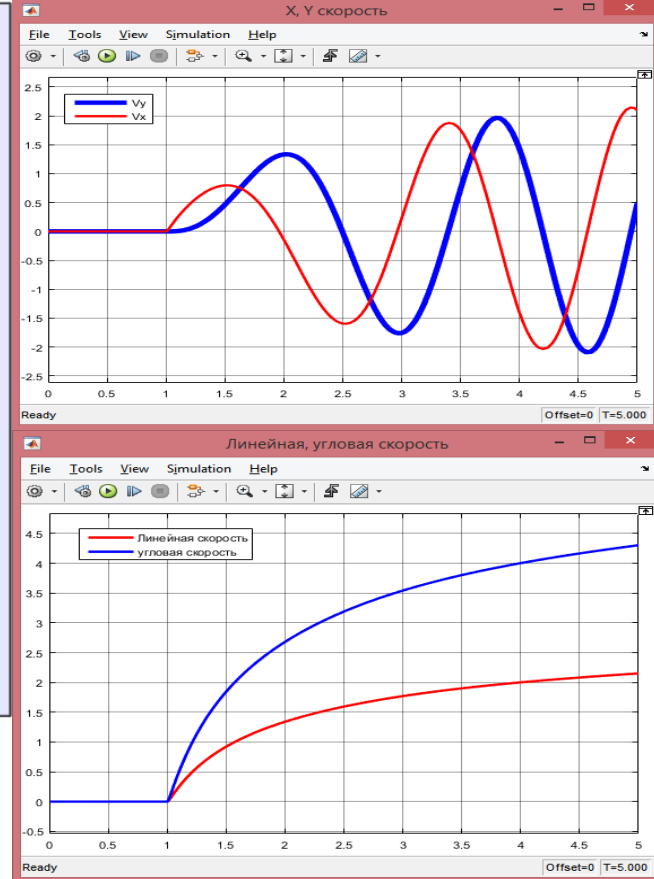
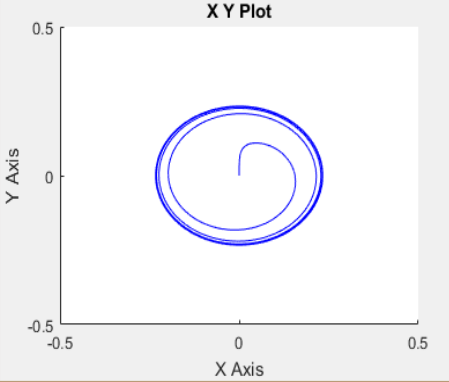
Модель линейной и угловой скорости для правого и левого колеса



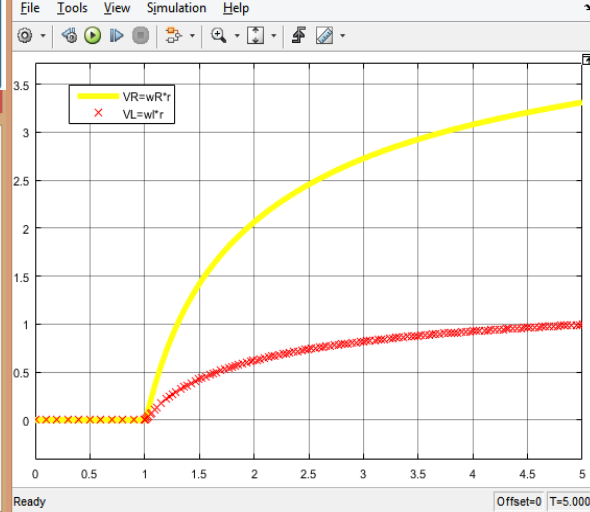
Модель для скоростей по осям X и Y и положения робота



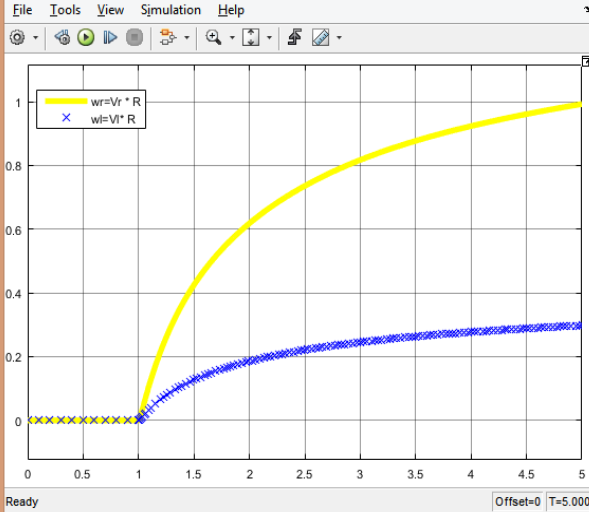
Vx & Vy



Линейная скорость правого и левого колеса



Угловая скорость правого и левого колеса



Заключение

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы, была разработана мобильная платформа и алгоритмы, которые позволяют получить положение движущейся машины вдоль рядов относительно границы коридоров в определенной теплице, считывание QR-кодов, определение и подсчет томатов. Мобильная платформа позволяет повысить уровень безопасности при выполнении задач в жаркой, грязной и тяжелой тепличной среде, также снизить занятость рабочих во время вредных операций.

.