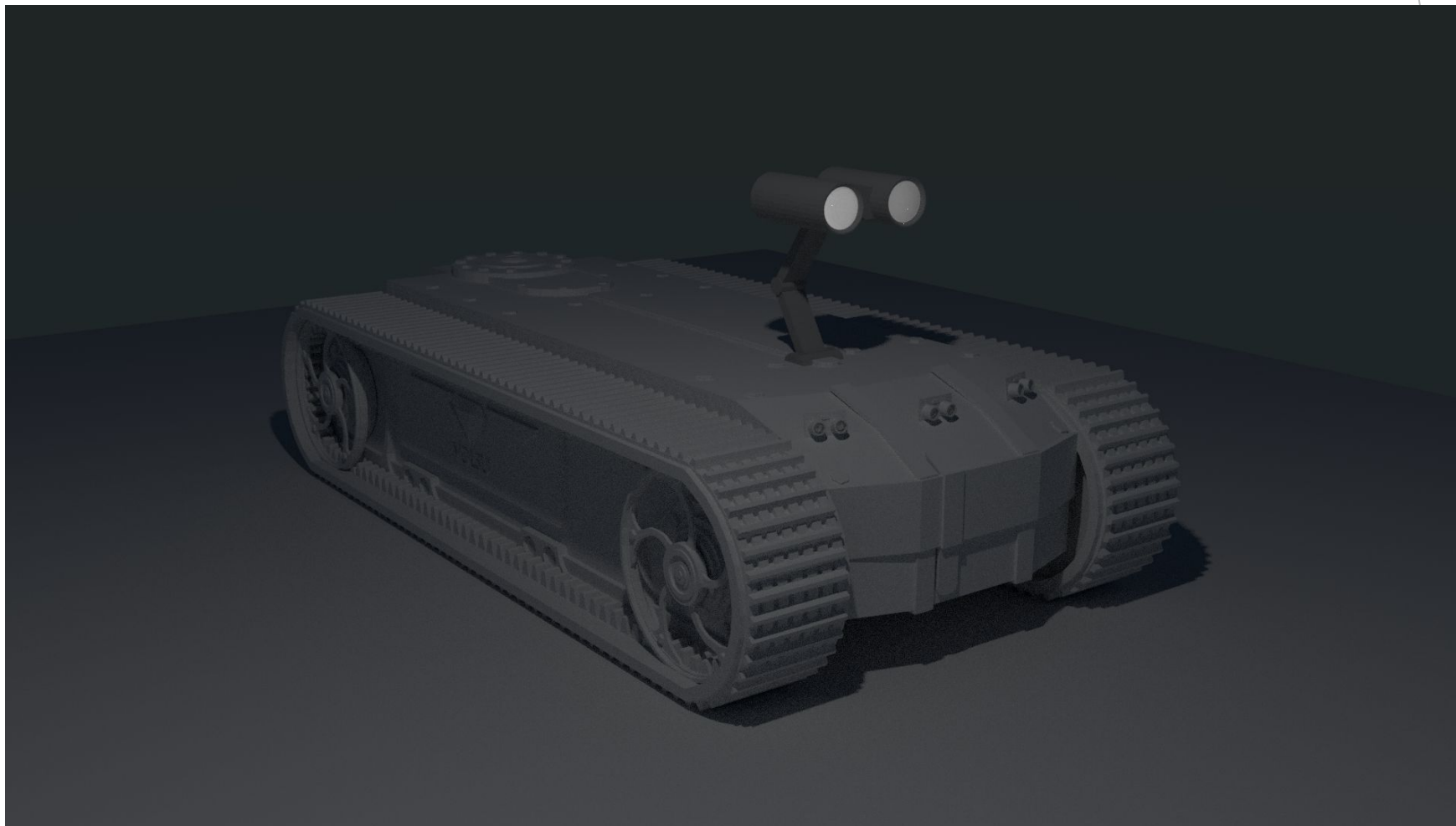


# АВТОНОМНЫЙ МОБИЛЬНЫЙ РОБОТ-ПОИСКОВИК



ВолГУ 2017

# АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ

Существует множество задач, которые по тем или иным причинам нежелательно или невозможно решать путем непосредственного участия человека. К таким задачам относятся:

- ▶ Разведка неизвестной местности, возможно, опасной для жизни и здоровья человека (РХБ-разведка и др.)
- ▶ Исследование вредных или опасных для жизни и здоровья человека объектов (РХБ-, ЭМ-разведка, обнаружение радиовзрывателей, магнитных детонаторов и т.д.)
- ▶ Скрытое слежение за объектами, в том числе и за движущимися с малыми скоростями, в различных местах при различных условиях окружающей среды
- ▶ Поиск на местности различных объектов, в первую очередь опасных, а также тех, чьи свойства априори неизвестны
- ▶ Поиск людей в условиях природных и техногенных катастроф (например, поиск людей под завалами, при пожарах и т.д.)
- ▶ Обнаружение заданных объектов в труднодоступных или потенциально опасных для человека местах, таких, как вентиляционные шахты, бункеры, пещеры, подземные ходы, различные технические пустоты, надпотолочные пространства и т.д.

Для безопасного выполнения всех вышеперечисленных задач в недетерминированной среде без участия оператора (или при потере связи с ним) необходим изначально автономный робот, обладающий очень мощным (т.н. «сильным») искусственным интеллектом

## ЦЕЛИ РАБОТЫ

Основная цель:

создание автономного мобильного робототехнического комплекса, оснащенного мощным («сильным») искусственным интеллектом, позволяющим без участия человека-оператора осуществлять разведку местности, исследовать заданные объекты, осуществлять наблюдение за объектами, в том числе и движущимися с малыми скоростями, в любых условиях окружающей среды, при наличии внезапно возникающих опасностей, резкого изменения окружающей обстановки и т.д.

Дополнительные цели:

отработка и внедрение новейших алгоритмов обработки изображений, а также интеллектуальных поведенческих моделей управления роботами в недетерминированной среде. Оптимизация разработанных методик автоматического управления для отечественной элементной базы в рамках политики импортозамещения.

# Главные особенности робота

- ▶ Полностью автономен
- ▶ Наличие «сильного» искусственного интеллекта
- ▶ Гусеничное шасси для увеличения проходимости
- ▶ Может оснащаться различными наборами датчиков
- ▶ Наличие двух разнесенных Full HD камер типа CCTV, образующих оптическую стереосистему компьютерного зрения робота
- ▶ Обеспечивается возможность независимого подъема каждой из камер на высоту до 0,6 м над корпусом робота
- ▶ Обеспечивается возможность независимого поворота каждой из камер на  $360^\circ$  по азимуту и на  $+90^\circ / -90^\circ$  по углу места
- ▶ Полная 3D-реконструкция окружающего пространства
- ▶ Движение в реконструируемом 3D-пространстве с одновременным построением и дополнением цифровой карты пространства (технология SLAM)
- ▶ Ориентация в пространстве при помощи стереокамеры, доп. датчиков (УЗИ/ИК/lidar) и приемника ГЛОНАСС/GPS
- ▶ Видеозахват и автоматическое сопровождение заданных объектов
- ▶ Предусмотрена возможность резервного радиоуправления оператором
- ▶ Самостоятельное определение типа исследуемого объекта, его распознавание и классификация
- ▶ При появлении опасности робот самостоятельно принимает решение по допустимой маскировке, прячется или «убегает»
- ▶ Использование полностью отечественной элементной базы в системе управления и обработки информации

# АВТОНОМНОСТЬ



- ▶ Широкое использование ИИ для обеспечения автономности действий робота: нечеткой логики, нейросетей, когнитивных сетей, генетических алгоритмов, Байесовского подхода и др. Принятие решений в нетиповых ситуациях на основе конкуренции вероятностных гипотез при наличии неполной информации об объекте или явлении



# ГУСЕНИЧНОЕ ШАССИ

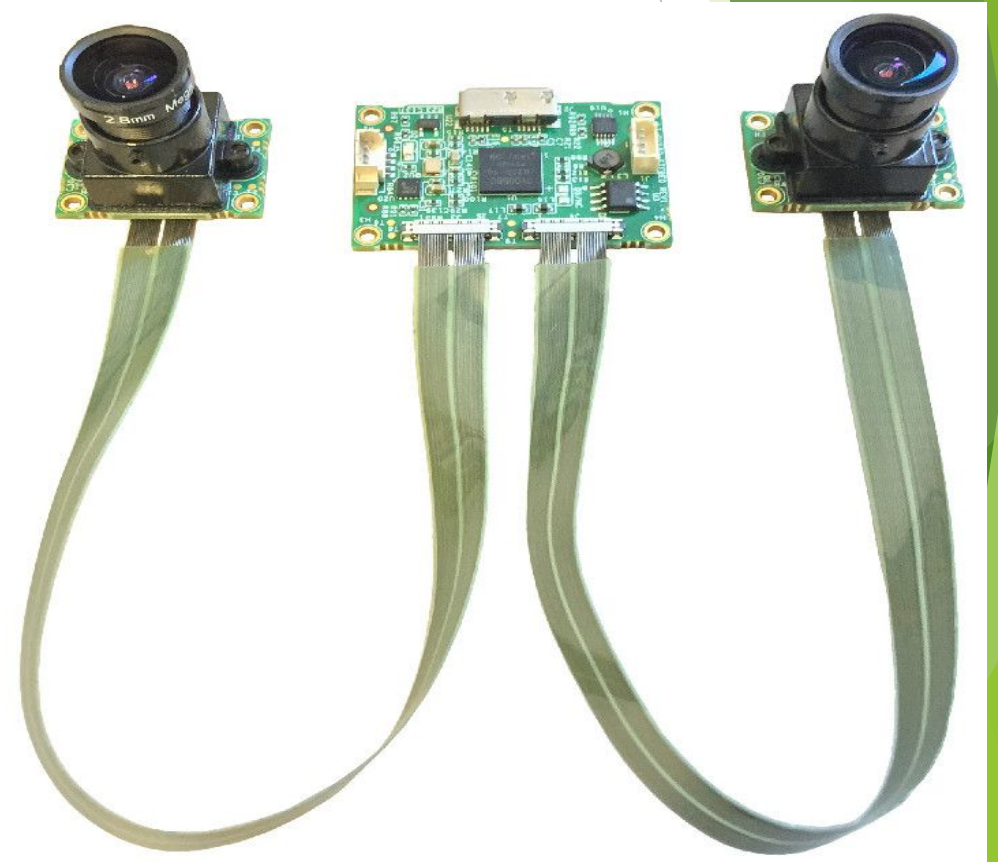


- ▶ Для повышения проходимости предполагается использовать гусеничное шасси, причем оно должно быть оснащено не менее 4 сервоприводами, оснащенных одометрическими датчиками

▶ Для улучшения сцепления с поверхностью движения, а главное, для снижения уровня шума при проведении скрытого наблюдения предполагается использовать резиновые или резинометаллические гусеницы. Также в перспективе предполагается использовать гусеничное шасси с гидропневматической подвеской опорных катков, что позволит изменять клиренс в случае необходимости при выполнении задания



# Использования стереокамеры для реализации многих алгоритмов машинного зрения



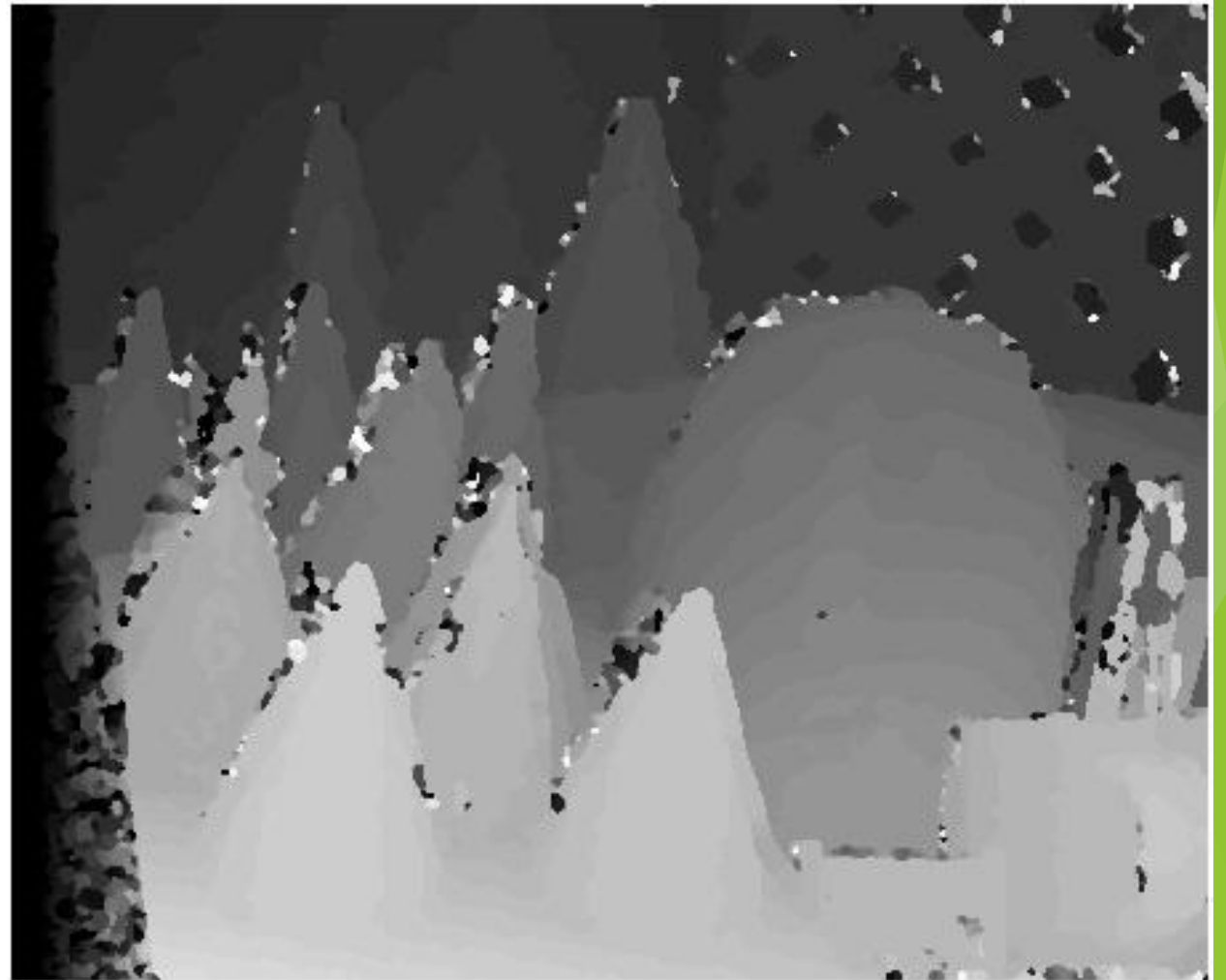


# СТЕРЕОРЕКОНСТРУКЦИЯ ФОРМЫ ОБЪЕКТОВ МЕТОДОМ КРОССКОРРЕЛЯЦИИ СО СГЛАЖИВАНИЕМ (РЕЗУЛЬТАТЫ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМА)

Левое (вверху) и правое (внизу)



Результат работы алгоритма





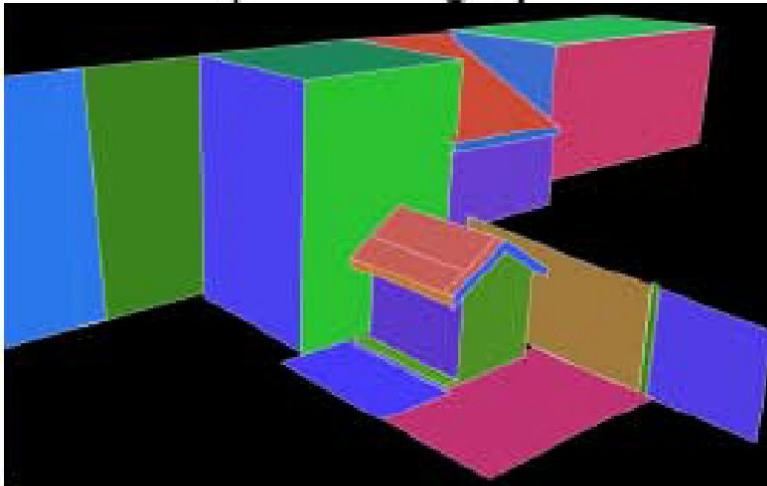
# 3D-РЕКОНСТРУКЦИЯ ПРОСТРАНСТВА ПО НАБОРУ ИЗОБРАЖЕНИЙ



Input Photographs



2D Sketching Interface



Geometric Model



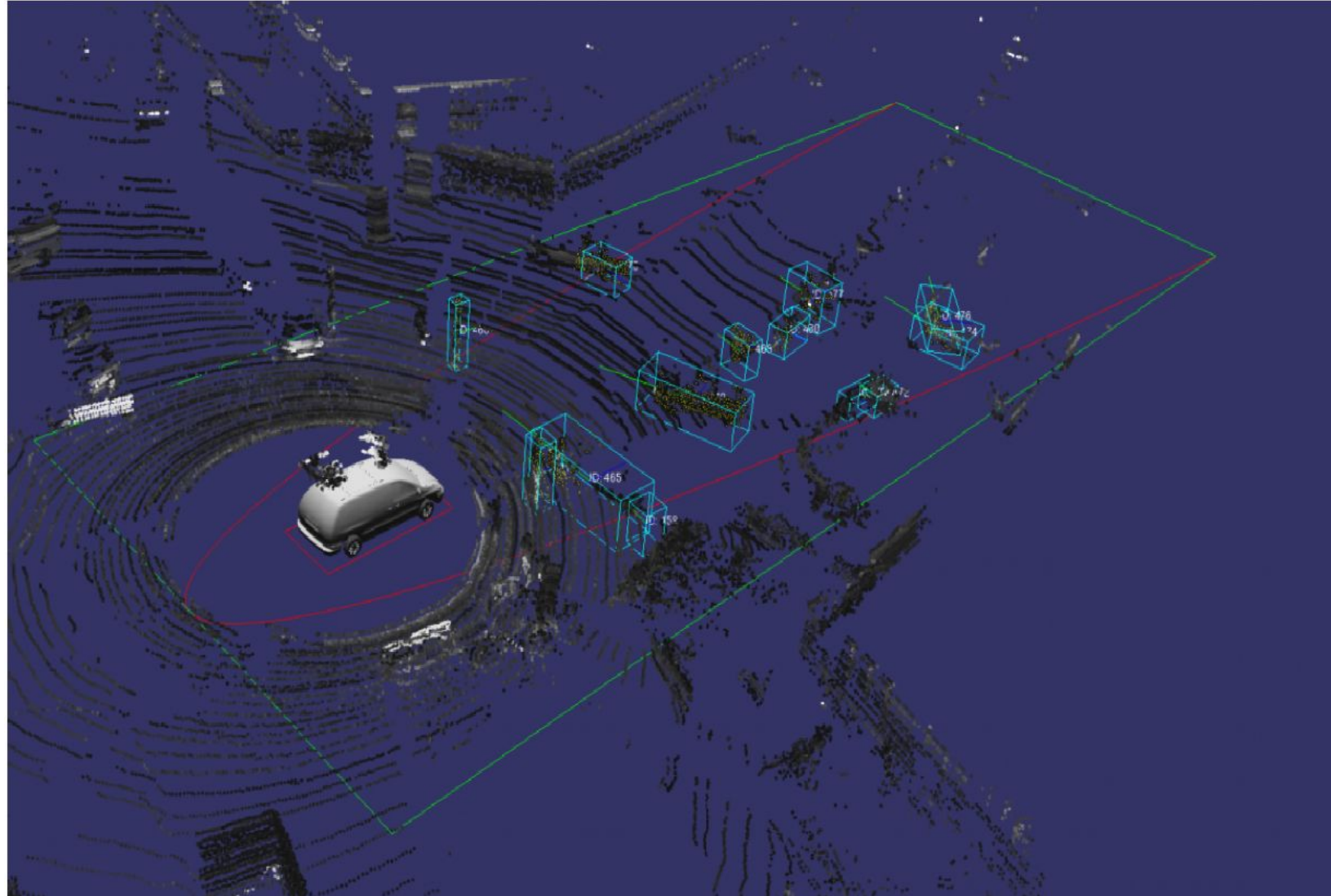
Texture-mapped model

# ПЛАНИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ РОБОТА

Задача разбивается на две части:

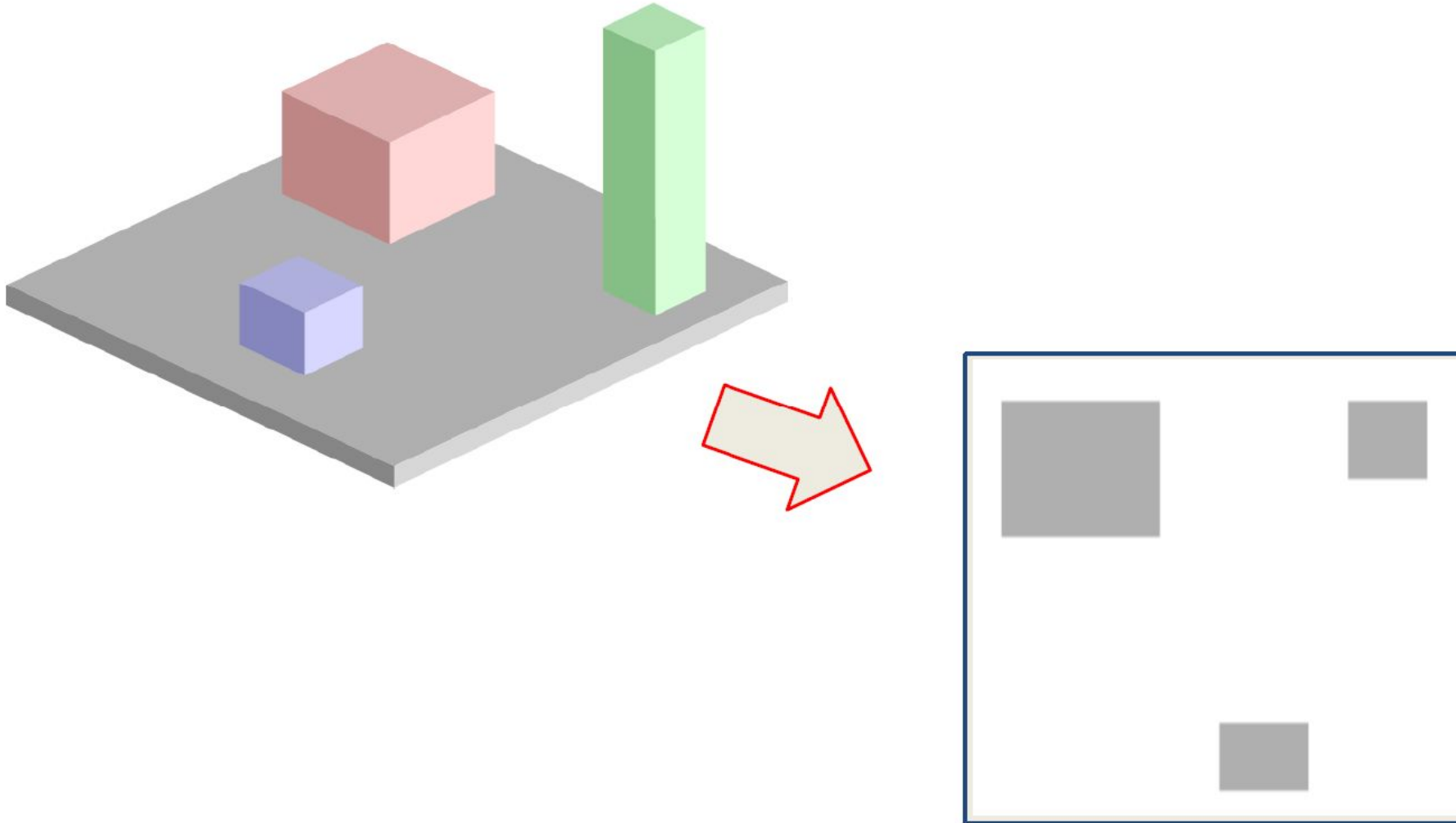
1. Построение карты проходимости среды
2. Расчет траектории движения на основе карты проходимости среды

Карта проходимости среды представляется в виде графа, в котором каждая вершина представляет собой часть пространства, а ребра связывают части пространства

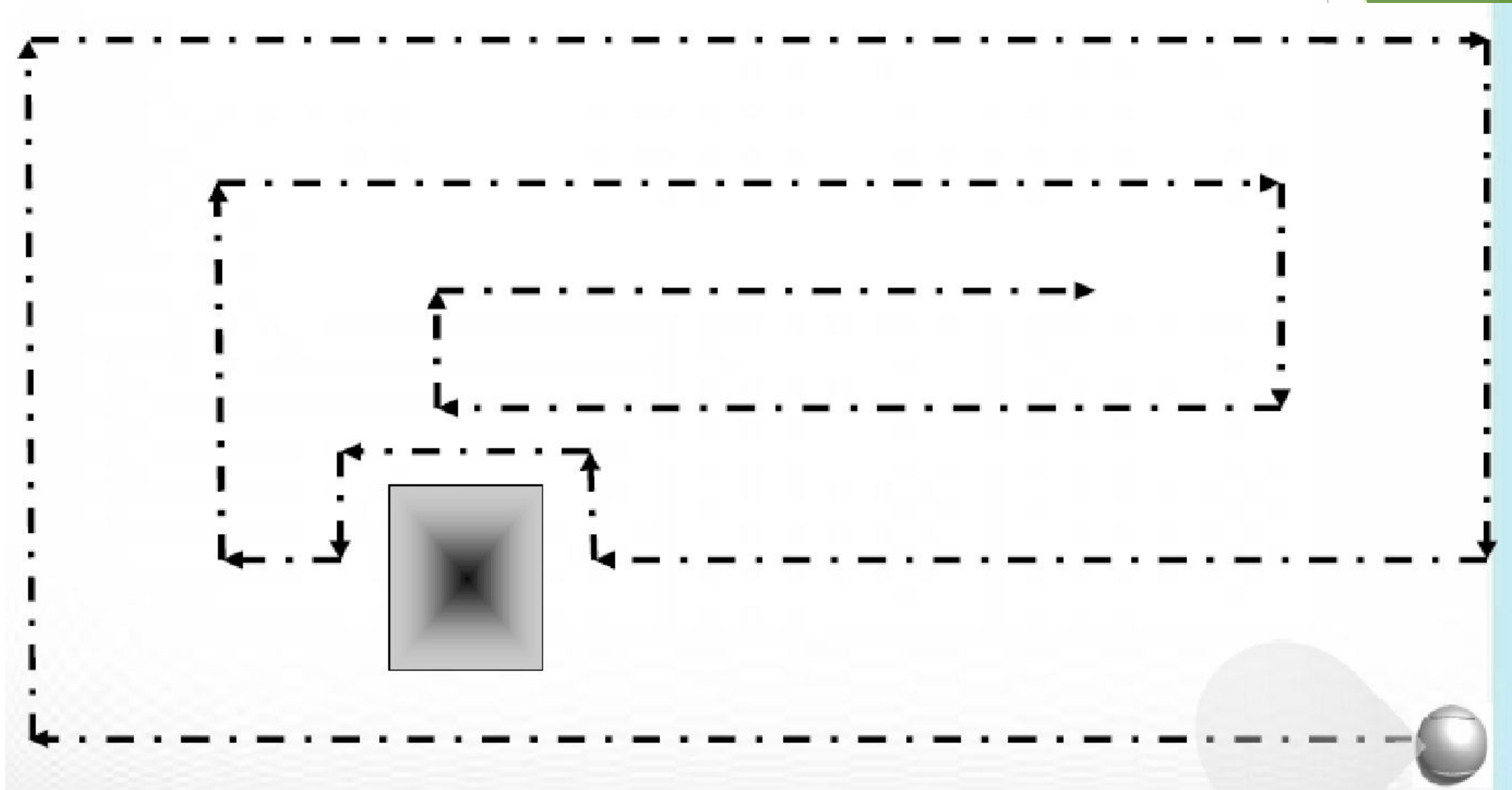


# ПОСТРОЕНИЕ КАРТЫ ПРОХОДИМОСТИ СРЕДЫ

Пространство может разбиваться как регулярной сеткой, так и на произвольные фигуры, чаще всего треугольники. Используемая карта иерархическая, то есть грубая – большого масштаба, и подробная – текущей обстановки вокруг робота



# МЕХАНИЗМ ОБХОДА РОБОТОМ ЗАМКНУТОГО ПРОСТРАНСТВА ПРИ НАЛИЧИИ В НЕМ ПРЕПЯТСТВИЙ





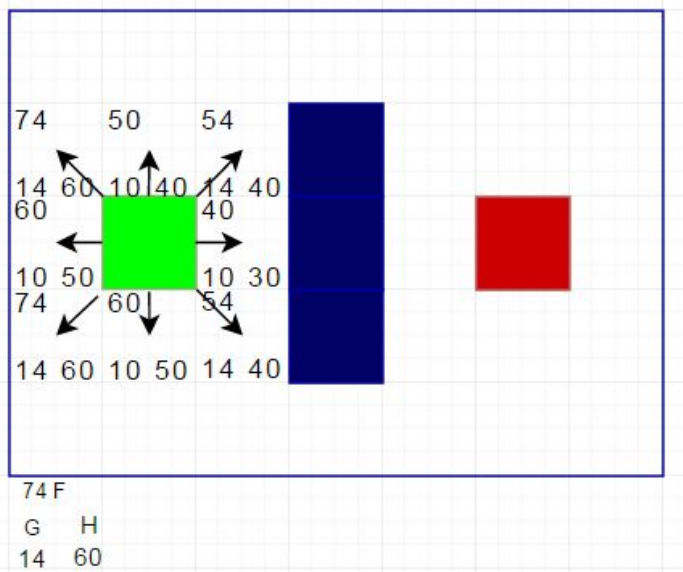
# РАСЧЕТ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ

Существует два основных метода:

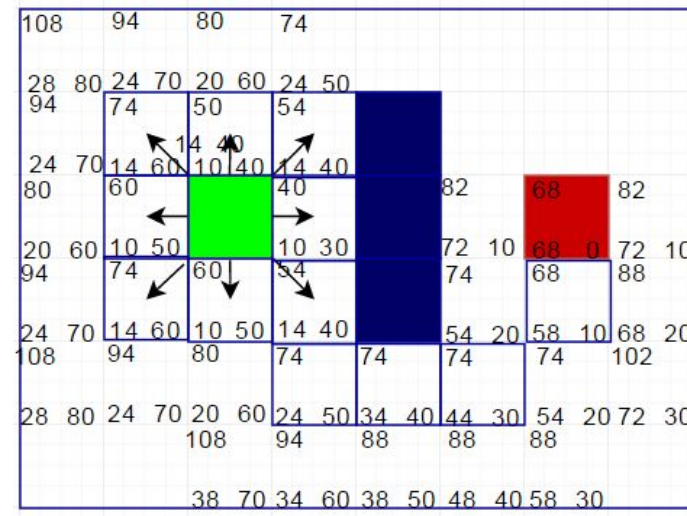
1. Алгоритм Дейкстры
2. Алгоритм A\* (А-стар)

После расчета траектории производится сглаживание.

В случае динамической среды постоянно производится перерасчет карты проходимости среды и маршрута движения. При этом в процессе движения производится уточнение самой карты пространства, а также местонахождения робота в ней (технология SLAM).



Расчет значений до ближайших клеток



Путь до конечного узла

# КАТЕГОРИИ ОБЪЕКТОВ

Все объекты для робота делятся на категории:

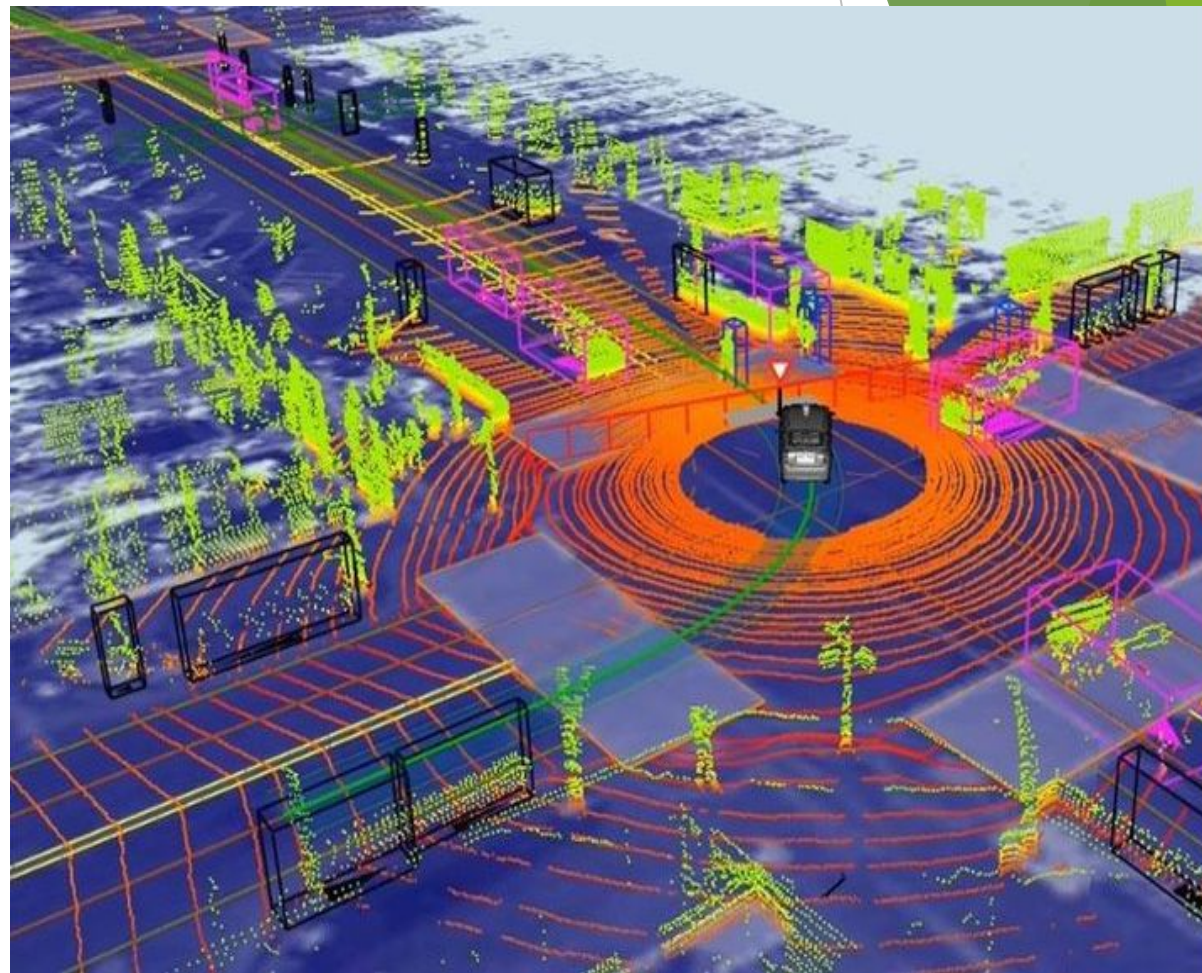
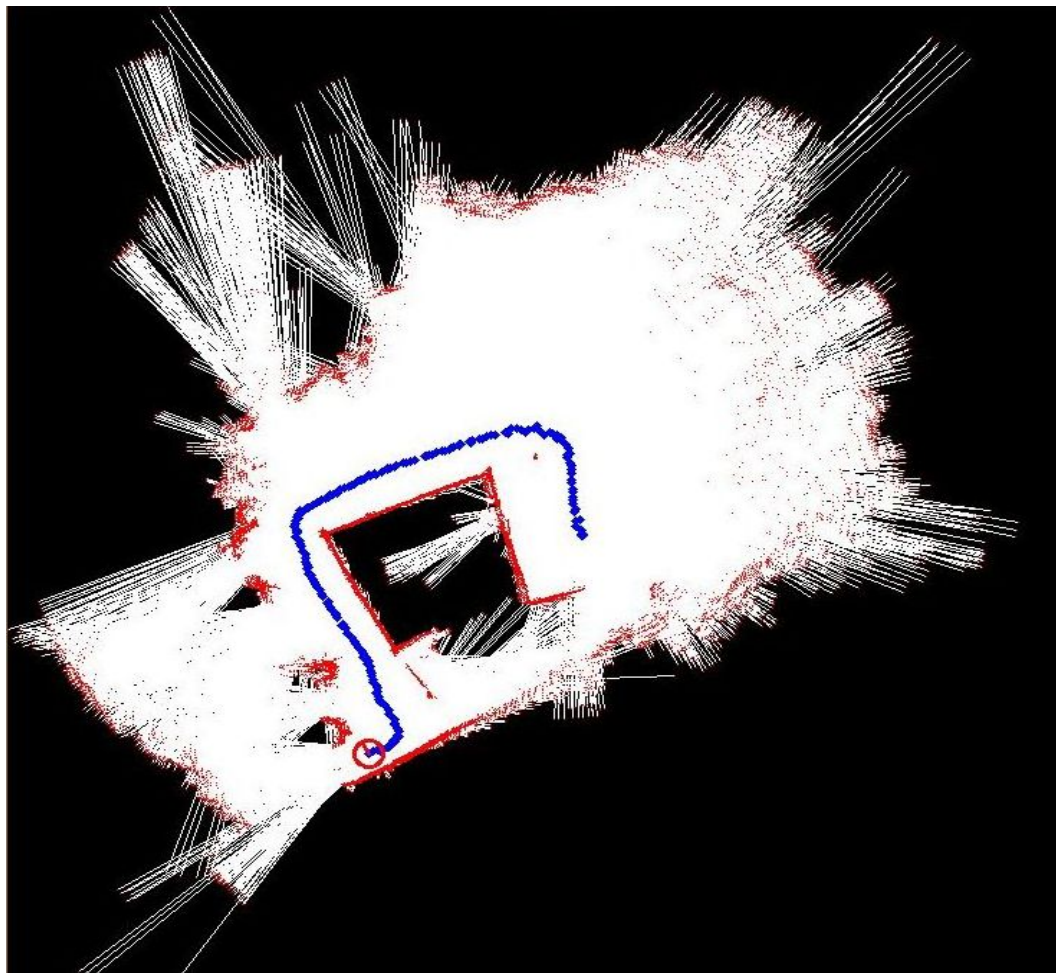
1. Целевые объекты, до которых необходимо доехать.
2. Нейтральные объекты (препятствия), которые необходимо объезжать.
3. Опасные объекты с определенным радиусом опасности, которые нужно объезжать за пределами этого радиуса

1. Робот с обозначенным углом зрения стереокамеры
2. Опасный объект с большим радиусом опасности
3. Опасный объект с малым радиусом опасности
4. Целевой объект
5. Нейтральный объект (препятствие)





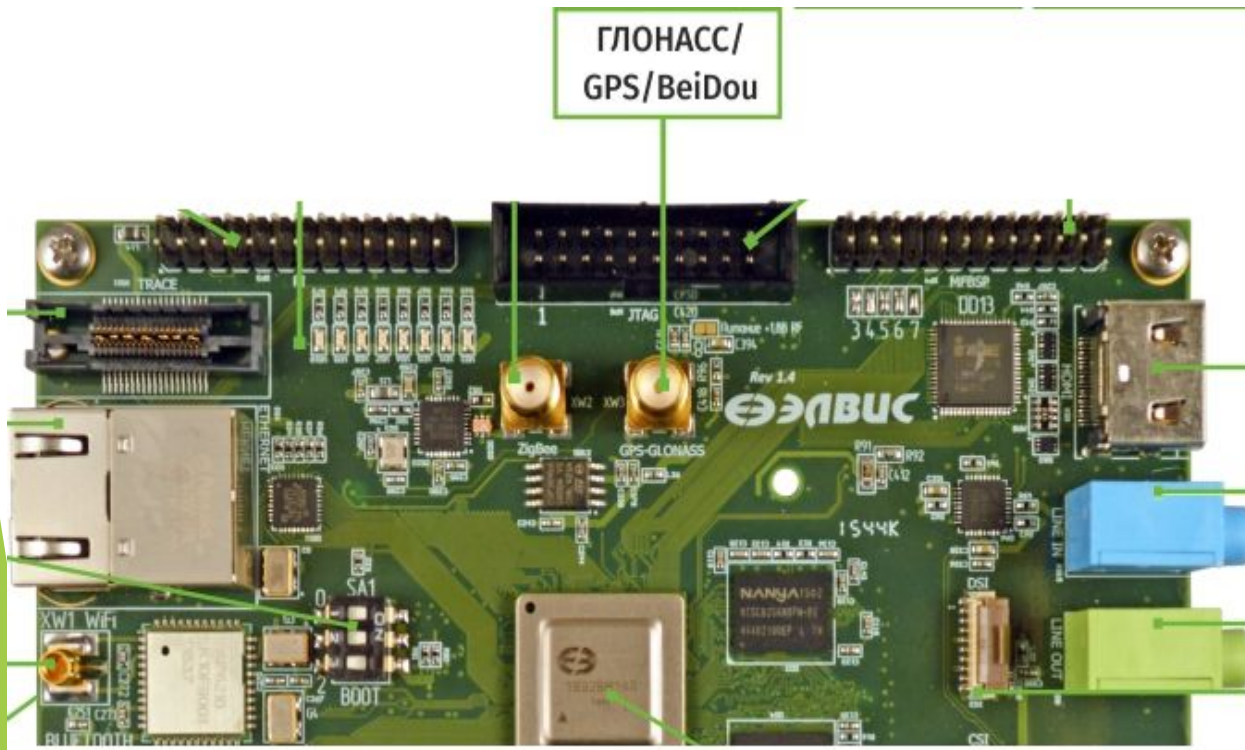
# РЕАЛИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ SLAM ДЛЯ ОТКРЫТОГО ПРОСТРАНСТВА





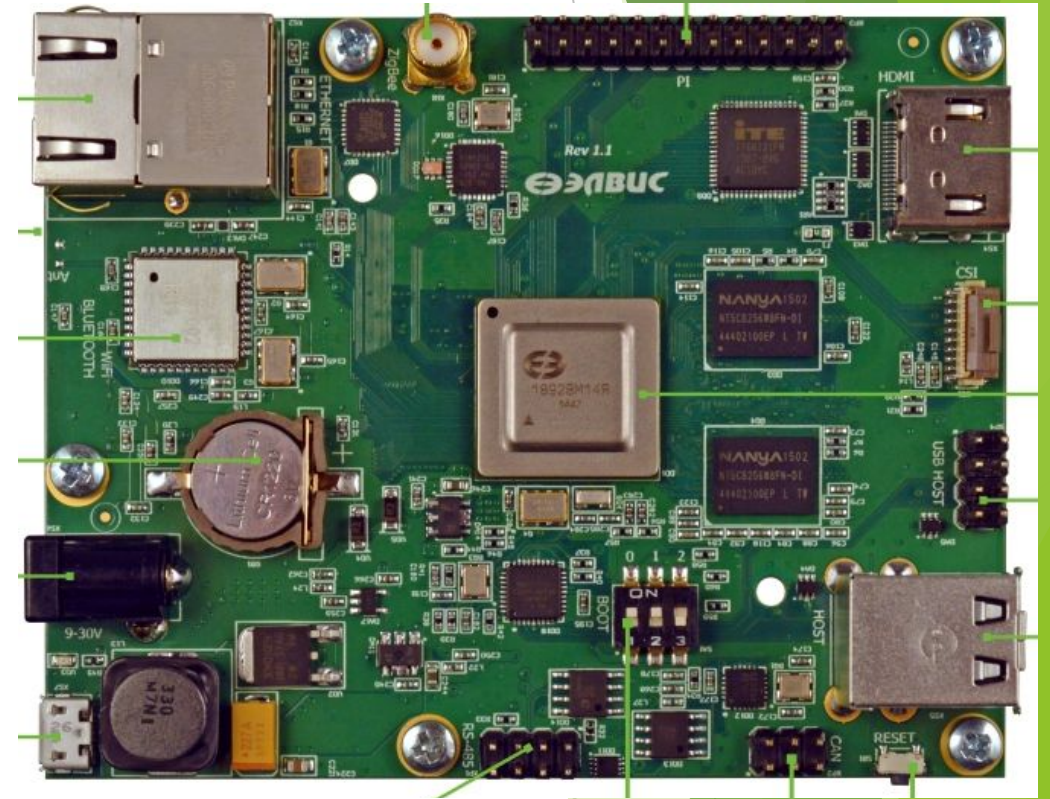
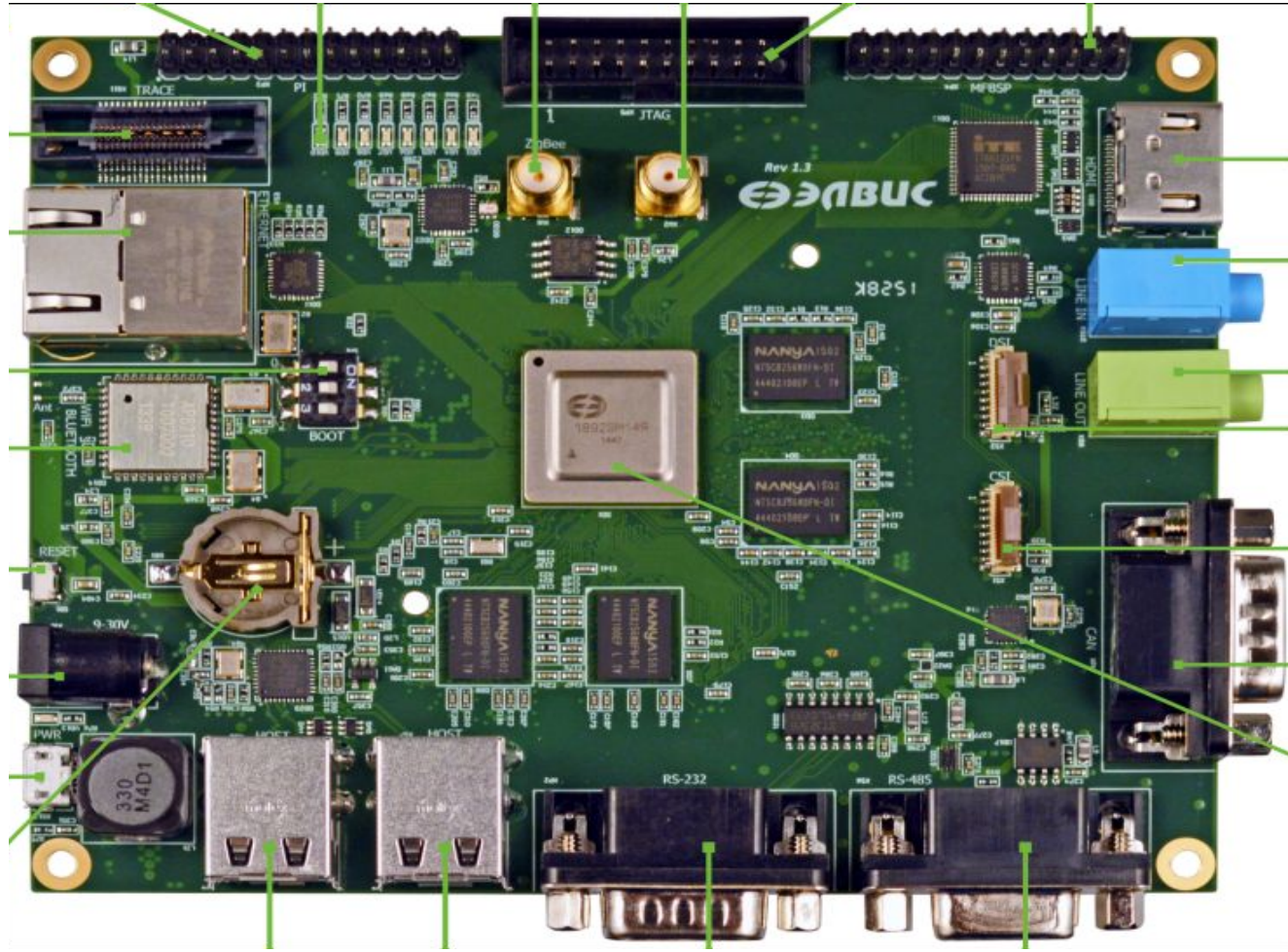
# НАВИГАЦИЯ В МИРОВОЙ СИСТЕМЕ КООРДИНАТ

Использование интегрированного в блок управления и обработке информации приемника сигналов навигационных систем ГЛОНАСС/GPS/GALILEO/BeiDou для навигации робота в мировой системе координат





# «МОЗГ» СОЗДАВАЕМОГО РОБОТА - САЛЮТ-ЭЛ24Д1/Д2





# СОЗДАННЫЙ ПРОТОТИП

