

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Институт высокоточных систем им. В.П. Грязева  
Кафедра «Системы автоматического управления»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**  
к курсовой работе по дисциплине

**«Проектирование мехатронных систем»**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки  
**15.03.06 Мехатроника и робототехника**

с направленностью (профилем)  
**Мехатроника**

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 150306-01-21

Тула 2021 год

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

**Разработчик:**

Ефромеев Андрей Геннадьевич, доц. каф. САУ, к.т.н.  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

# Малогабаритный мобильный мехатронный модуль

Кейс-задание на курсовую работу

по дисциплине  
«Проектирование мехатронных систем»

## Введение

В настоящее время актуальной является задача создания дистанционно-управляемых малогабаритных мобильных мехатронных модулей (роботов). В качестве полезной нагрузки таких модулей могут выступать различные технические объекты, например, объекты, представляющие собой жесткую инерционную нагрузку, прямой и обратный маятники, а также двухкоординатные системы визуализации и наблюдения.

Некоторые образцы подобных роботов представлены ниже.

## Микро-робот Recon Throwbot XT

Throwbot XT фирмы Recon Robotics Inc. является переносным микро-роботом, позволяющий оператору вести видео- и аудиоразведку внутри помещений или на открытой местности. В Throwbot XT весит 540 г и может быть брошен с высоты до 9 м. После развертывания он тихо двигается по поверхности и передаёт видео и аудио в реальном времени на ручной блок управления.

Робота можно использовать для обнаружения и идентификации предметов, подтверждения наличия заложников, прослушивания разговоров и раскрытия планировки комнат.

Throwbot XT оснащен инфракрасной оптической системой, которая автоматически включается при недостаточном окружающем освещении, и может передать видео и аудио на расстояние до 30 м через стены, окна и двери на пульт управления. Робот может быть настроен на одну из трех предварительно определенных радиочастот, что позволяет пользователям управлять одновременно тремя роботами.



## Микро-робот Recon Throwbot XT



### Основные характеристики робота Recon Throwbot XT:

- акустический шум: не более 22 дБ на расстоянии 6 м
- максимальное удаление от оператора: на открытой местности – 91м, в помещении – 30 м;
- скорость: до 0,46 м/с
- допустимая высота падения: 9 м
- водонепроницаемость: выдерживает погружение на глубину 30 см в течение 5 мин.
- изображение с камеры черно-белое
- угол обзора: 60 градусов
- частота кадров: 30 кадров/сек
- длина: 20,9 см
- ширина (от колеса до колеса): 19,3 см
- высота 11,4 см
- масса: 540 г

## Малогабаритный робот iRobot 110 FirstLook

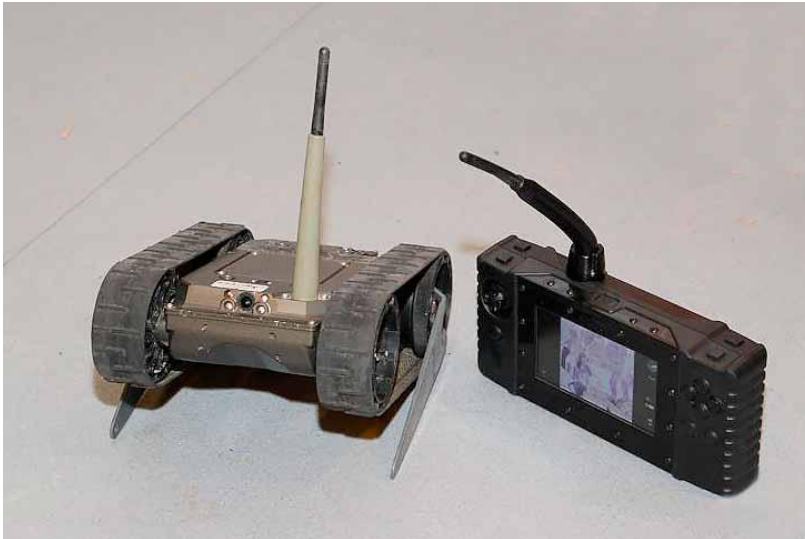
В 2012 году американская компания iRobot разработала малогабаритного робота 110 FirstLook массой 2,4 кг и размерами 25 x 23 x 10 см. Он относится к так называемым «забрасываемым» роботам, то есть при необходимости может быть заброшен оператором, например, в окно, проем или на крышу, где автоматически принимает исходное положение для ведения наблюдения.

Машина выполнена на гусеничном шасси и оборудована флипперами – вращающимися на 360 град, пластинами, которые повышают проходимость при преодолении препятствий.

Комплекс 110 FirstLook оснащен четырьмя видео-камерами с ИК подсветкой, направленными вперед, назад, вправо и влево. Размеры робота теоретически позволяют разместить на нем и другие приборы. Электропривод сообщает машине скорость до 5,5 км/ч, она может преодолеть препятствия высотой до 20 см, двигаться по песку, выдерживает падение с высоты до 4,5 м на твердую поверхность. Зарядки аккумуляторов хватает на 6 часов непрерывной работы.



## Малогабаритный робот iRobot 110 FirstLook



### Основные характеристики iRobot 110 FirstLook :

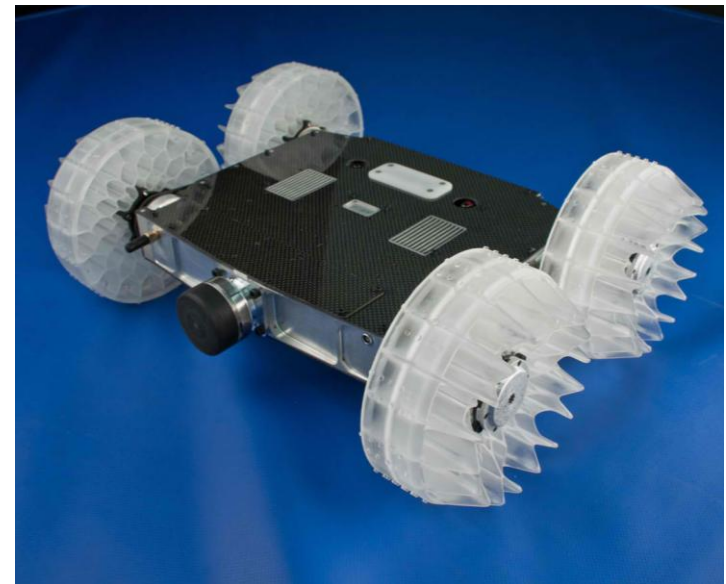
- максимальное удаление от оператора: до 200 м;
- скорость: до 5,5 км/ч
- 4 встроенные видеокамеры
- угол обзора: 60 градусов
- частота кадров: 30 кадров/сек
- время автономной работы: до 6 ч.
- длина: 25,4 см
- ширина: 22,9 см
- высота 10,2 см
- масса: 2,4 кг



## Малогобаритный робот Boston Dynamics Sand Flea

Sand Flea (в пер. с англ. – «Песчаная Блоха») – это небольшой робот фирмы Boston Dynamics, США, с превосходной мобильностью, который передвигается как традиционная колёсная машинка на радиоуправлении по относительно плоской поверхности, но может прыгать на высоту до 8 м для преодоления препятствий. Этого достаточно, чтобы перепрыгивать через стены, запрыгивать на крыши домов или окна второго этажа, подниматься вверх по лестнице. Специально разработанные колеса смягчают удар при приземлении. Полет и посадка робота автоматически контролируются бортовой системой стабилизации. Робот использует гиростабилизацию во время полёта, что обеспечивает чистое изображение с бортовой видеокамеры и мягкое приземление. Sand Flea может совершать до 25 прыжков на одной зарядке.

Управляемая высота прыжка - от 1 до 8 м; возможность задания стартового угла; точные прыжки через окна и двери, на столы, лестницы, на крыши и балконы, с крыш и балконов и т.д.; поршневой прыжковый привод; лазерная система прицеливания при старте; блок управления оператора с возможностью приёма видео в реальном времени для дистанционного управления; робот и блок управления помещаются в небольшой рюкзак.



## Малогабаритный робот Boston Dynamics Sand Flea



### Характеристики Sand Flea:

- масса: около 5 кг
- габариты – 330 мм (Д) x 457 мм (Ш) x 152 мм (В)
- система питания: батарея – литий-полимерный аккумулятор
- прыжковый привод – одноразовый топливный картридж
- автономность - 2 часа, 25 прыжков
- скорость - около 5,5 км/ч
- высота прыжка: 1 – 8 м, возможность переворота
- защита от влаги, устойчив к соли, маслу, песку
- видеокамеры: разрешение при движении – 320x240 точек, неподвижное изображение – 1280x960 точек
- подсветка – настраиваемая, 6 Вт в видимом диапазоне и 6 Вт в инфракрасном диапазоне.

## Мобильный малогабаритный робот «ЮЛА-Н»

### Разработчик

ЦНИИ РТК (г. Санкт-петербург)

### Назначение

Проведение дистанционного аудио-видео наблюдения в условиях городской и промышленной инфраструктуры

### Основные характеристики

- габаритные размеры: 245x110x190 мм
- масса: 0,58 кг
- максимальная скорость движения: 0,4 м/с
- дальность управления:
  - на открытой местности – 100 м
  - в условиях городской инфраструктуры – 50 м
- преодоление препятствий высотой 50 мм
- время автономной работы: до 2 ч



## Малогобаритный разведывательный робот «Кадет»

### Разработчик

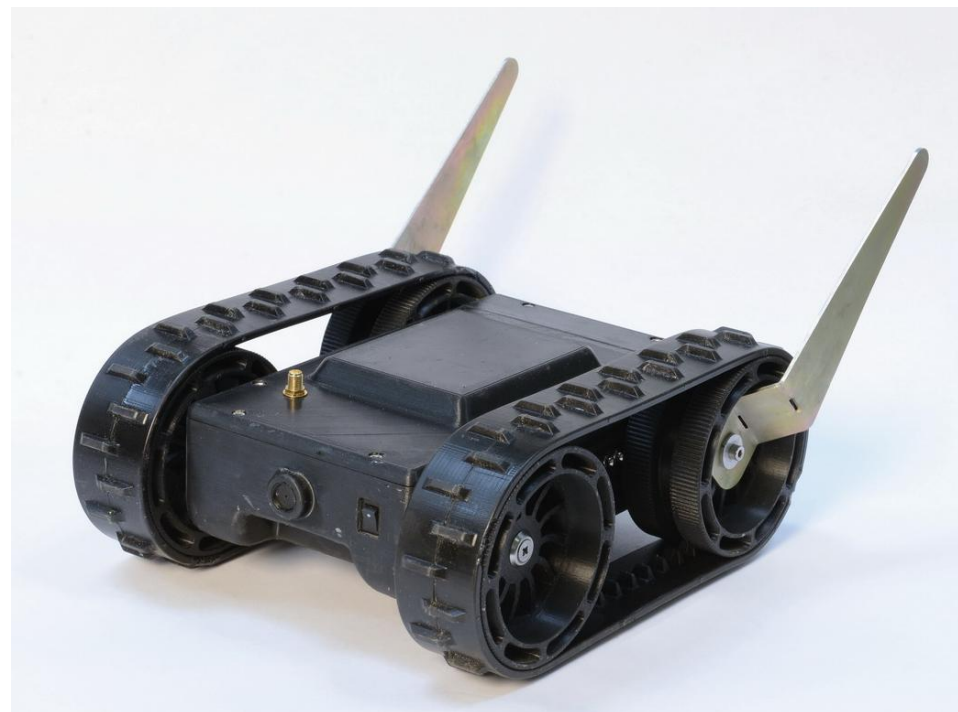
ЦНИИ РТК (г. Санкт-петербург)

### Назначение

- проведение дистанционного аудио-видео наблюдения в условиях городской и промышленной инфраструктуры
- доставка полезной нагрузки

### Основные характеристики

- габаритные размеры: 250x215x90 мм
- масса: 3кг
- максимальная скорость перемещения: 1 м/с
- дальность управления: 200 м
- преодоление препятствий:
  - уклоны – 40°
  - пороги – 150 мм
- время автономной работы: до 2 ч



- четыре обзорных видеокамеры
- микрофон
- радиоканал для передачи аудио-видео сигналов и команд управления

## Участники проекта

**Куратор проекта** – преподаватель кафедры САУ

**Консультант** – представитель предприятия или организации-заказчика

Непосредственные исполнители – группа из 3-4 студентов:

**Руководитель проекта** – студент, ведущий исследования и научную работу по тематике и осуществляющий координацию работы всей группы

**Конструктор** – студент, отвечающий за конструкторскую проработку проекта, создание трёхмерных моделей и чертежей

**Электронщик** – студент, разрабатывающий электрические принципиальные схемы и печатные платы для электронных блоков

**Программист** – студент, ответственный за разработку программного обеспечения

Участники команды под началом руководителя проекта и куратора распределяют подзадачи проекта и формируют требования и критерии оценки к выполняемым заданиям.

## Задание

### Разработать эскизный проект малогабаритного мобильного мехатронного модуля с дистанционным управлением

#### Технические требования к модулю:

- Габариты: не более 300х300х300 мм
- Масса: не более 5 кг
- Автономность по питанию: не менее 2 ч
- Максимальная скорость перемещения: не менее 1 м/с
- Способность преодолевать пороги: не менее 150 мм
- Устойчивость к падению с высоты: не менее 2 м
- Наличие минимум одного цветного видео-сенсора разрешением не хуже 640х480
- Дальность управления: не менее 50 м
- Пульт управления с дисплеем и возможностью отображения видеoinформации в реальном времени с частотой не менее 15 кадров в секунду



### **В ходе выполнения задания должны быть решены следующие задачи**

- Формирование облика мобильного мехатронного модуля
- Разработка структурной и функциональной схемы модуля
- Выбор исполнительных, энергетических и информационных элементов систем модуля
- Проработка внутренней компоновки модуля
- Разработка трёхмерную компьютерной модели модуля
- Выбор элементного состава и разработка укрупнённой структурной схемы микропроцессорной системы управления модулем
- Разработка встроенного программного обеспечения модуля (структура, состав библиотек, выбор инструментов разработки ПО)
- Разработка пульта дистанционного управления модулем и интерфейса пользователя

### **К защите должны быть представлены**

- Презентация проекта
- Пояснительная записка
- Сборочный чертёж (эскиз) мехатронного модуля