

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»  
Высшая школа электроники и компьютерных наук  
Кафедра «Электронные вычислительные машины»

# РАЗРАБОТКА КЛИЕНТСКОЙ ЧАСТИ СИСТЕМЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ВНУТРИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Автор работы:

Студент группы КЭ-406

Нестеров И.Р.

Научный руководитель:

Доцент каф. ЭВМ

к.т.н. Шабуров П.О.

# Актуальность

Позиционирование материальных объектов внутри помещений – одно из возможных средств оптимизации производственных процессов на предприятии.

Программное обеспечение, поставляемое с выбранной на предприятии системой, не удовлетворяет требованиям предприятия-заказчика, поэтому необходимо разработать собственное программное обеспечение.

# Цели и задачи ВКР

Целью выпускной квалификационной работы является проектирование и разработка ПО, соответствующего функциональным требованиям, предоставленным предприятием ООО «ДСТ-УРАЛ».

В данной работе были поставлены следующие задачи:

- при наличии аналогов проанализировать их функционал;
- выбрать язык программирования, среду и методы разработки;
- на основе ТЗ и сбора данных по аналогам спроектировать ПО, описав модули;
- реализовать функциональную версию ПО;
- провести тестирование и отладку рабочей версии ПО.

# Обзор аналогов

Поставляемое ПО с выбранной предприятием системой «Marvelmind»

The screenshot displays the Marvelmind robots management interface. The main area is a 3D grid map with a robot icon and a blue arrow. On the left, there are control buttons for 'Upd A', 'CLEAR', 'Y=5', 'HVM1', 'SZ off', 'FPV off', 'Shot', 'RTP on', 'SBV on', 'MGV on', 'MAV on', 'PBA off', 'gVd', 'HM123', and 'New log'. Below these are floor level indicators from 1 to 15. At the bottom, there is a device list with checkboxes for Device1 through Device26. A status bar at the bottom shows 'No plug', 'X: -289.000, Y: -57.000', and '0 total, 0 failed (0%)'. On the right, a configuration panel is open, showing various parameters and their values. The panel includes buttons for 'Read all', 'Write all', 'Write changes', and 'Cancel changes'. The configuration table is as follows:

Parameter	Value
CPU ID	000000
Firmware version	V0.000
Architecture	NIA
Max. deviation for case, cm (0..20000)	40
Max. conditional deviation, cm (0..20000)	100
Max. triangle deviation, cm (0..20000)	30
Location update rate	16 Hz
Power save functions	disabled
Hedgehog mode	disabled
Supply voltage, V (3.5..4.2)	
Supply current, A	0.00
Battery capacity, %	0.0
Coordinates (m), X; Y	0.000; 0.000
Robot speed, m/s (0.0..2.0)	0.5
Acceleration time, sec (0.1..10.0)	2.0
Sound	enabled
Forward LED's	enabled
Lidars	[+] expand
Motors	[+] expand
Max. angle error, deg (0.1..10.0)	2.0
Stop by rotation, dps (0..255)	20
Stop by odometry, x10 ticks/s (0..255)	20
Stop by acceleration, x10 mg (0..255)	20
EXF	[+] expand
Standard deviation, m	0.000
Time from reset, h:m:s	
RSSI from modem, dBm	
RSSI to modem, dBm	n/a
Profile	General
Radio frequency band	"915 MHz"
Carrier frequency, MHz	433.4
Radio channel	H0
Device address (1..254)	0
Long time sleep	disabled
Window of averaging (0..16)	0
Distance filter (0..16)	8
Max. hedges readout per cycle (1..255)	10
High resolution mode (mm)	enabled
Detect new devices in frozen mode	disabled
Height, m (-320.000..320.000)	0.000
Height, m (-320.000..320.000)	0.000
Temperature of air, °C (-20..60)	23
Measured temperature, °C	
Update location mode	License SW v7.1 required

# Обзор аналогов

Поставляемое программное обеспечение не удовлетворяет предприятие по следующим критериям:

- визуально перегруженный интерфейс;
- нестабильная работа программного обеспечения;
- отсутствие модуля авторизации пользователя;
- невозможность интегрировать клиентскую часть приложения в имеющиеся производственные процессы.

# Выбор инструментов для разработки

Высокоуровневый язык программирования C#



Windows Presentation Foundation – система разработки приложений Windows



Среда разработки – Microsoft Visual Studio 2019



# Требования к системе

- настройка аппаратной части системы позиционирования посредством графического интерфейса согласно документации системы позиционирования;
- настройка главного управляющего устройства (Модем);
- получение данных от Модема о характеристиках всей системы, ее состоянии;
- реализация возможности авторизации для клиентских приложений;
- вывод данных о текущих координатах объектов в графическом интерфейсе в реальном времени;
- вывод объектов на графической карте с возможностью загрузить изображение в качестве плана помещения;
- приложение должно быть разработано с использованием унифицированной платформы .NET5.0;
- иметь совместимость с платформами семейства Windows.

# Архитектура решения

В качестве шаблона проектирования архитектуры приложения используется паттерн MVVM (Model-View-ViewModel)



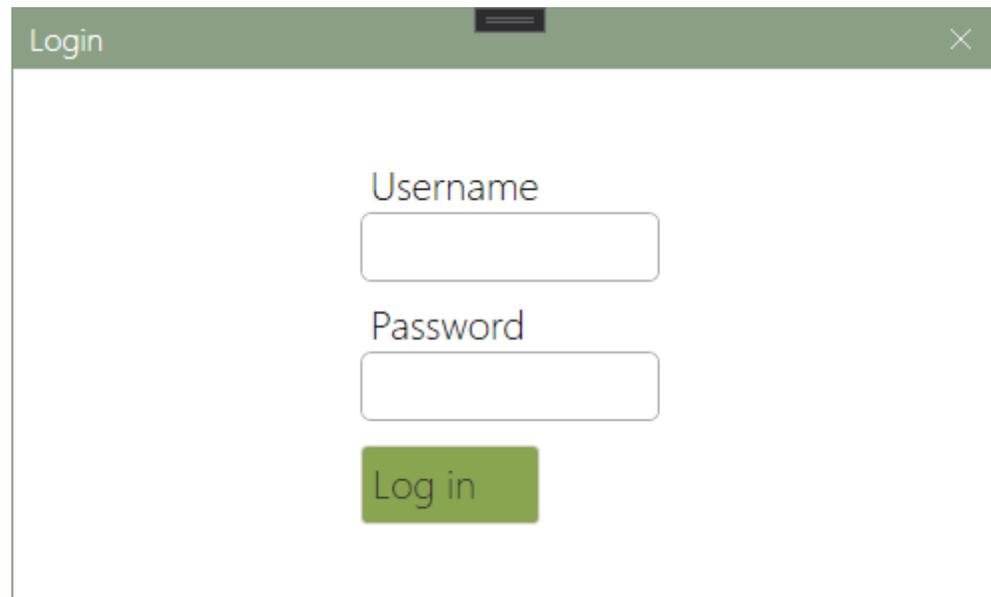
# Архитектура решения

Структурно программное обеспечение разделено на следующие модули:

- графический модуль;
- модуль авторизации пользователя;
- модуль настройки маяков и Модема;
- модуль интерпретации входящих пакетов;
- программный интерфейс приложения (API).

# Реализация

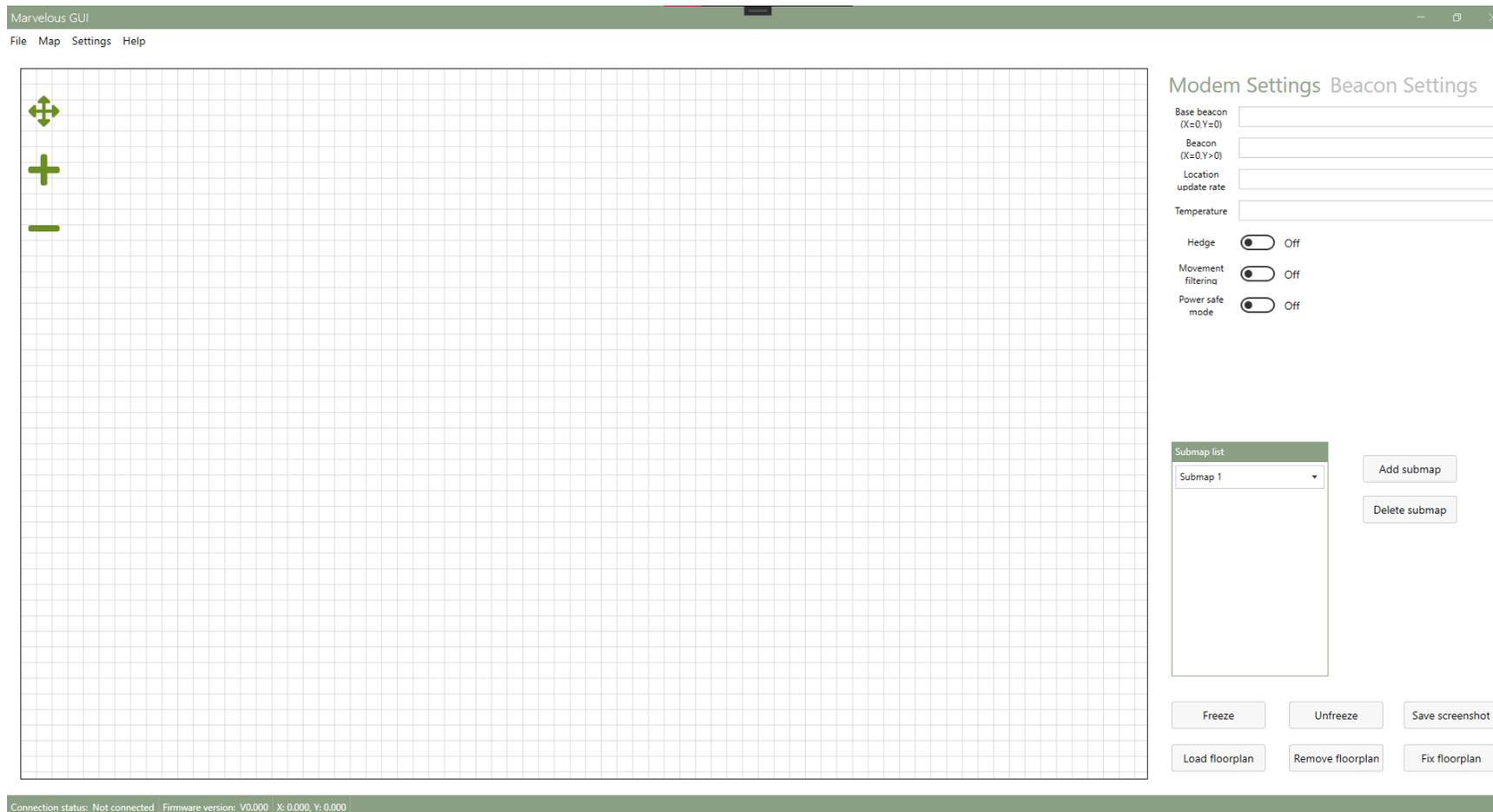
При запуске программного обеспечения пользователь видит окно авторизации



The image shows a screenshot of a software window titled "Login". The window has a dark green header bar with the title "Login" on the left and a close button (an 'X' icon) on the right. The main content area is white and contains two text input fields. The first field is labeled "Username" and the second is labeled "Password". Below the password field is a green button with the text "Log in" in white. The window also features standard window control buttons (minimize, maximize, close) in the top right corner of the header bar.

# Реализация

## Главное окно



# Реализация

Модуль настройки Модема включает в себя следующие настройки:

- настройки базовых модемов;
- частота обновления местоположения;
- температура окружающей среды;
- режим высокой точности;
- экономия заряда Модема.

## Modem Settings Beacon Settings

Base beacon  
(X=0,Y=0)

Beacon  
(X=0,Y>0)

Location  
update rate

Temperature

High resolution  
mode (mm)  Off

Movement  
filtering  Off

Power safe  
mode  Off

# Реализация

Модуль настройки маяков включает в себя следующие настройки:

- идентификационный номер маяка;
- скорость передачи данных по интерфейсу UART;
- битрейт;
- частота, используемая в маяке;
- координаты маяка;
- принадлежность к подмножеству маяков на карте;
- статус, является ли данный маяк подвижным (hedge) или статичным.

## Modem Settings Beacon Settings

ID

UART baudrate

Radio profile

Radio band

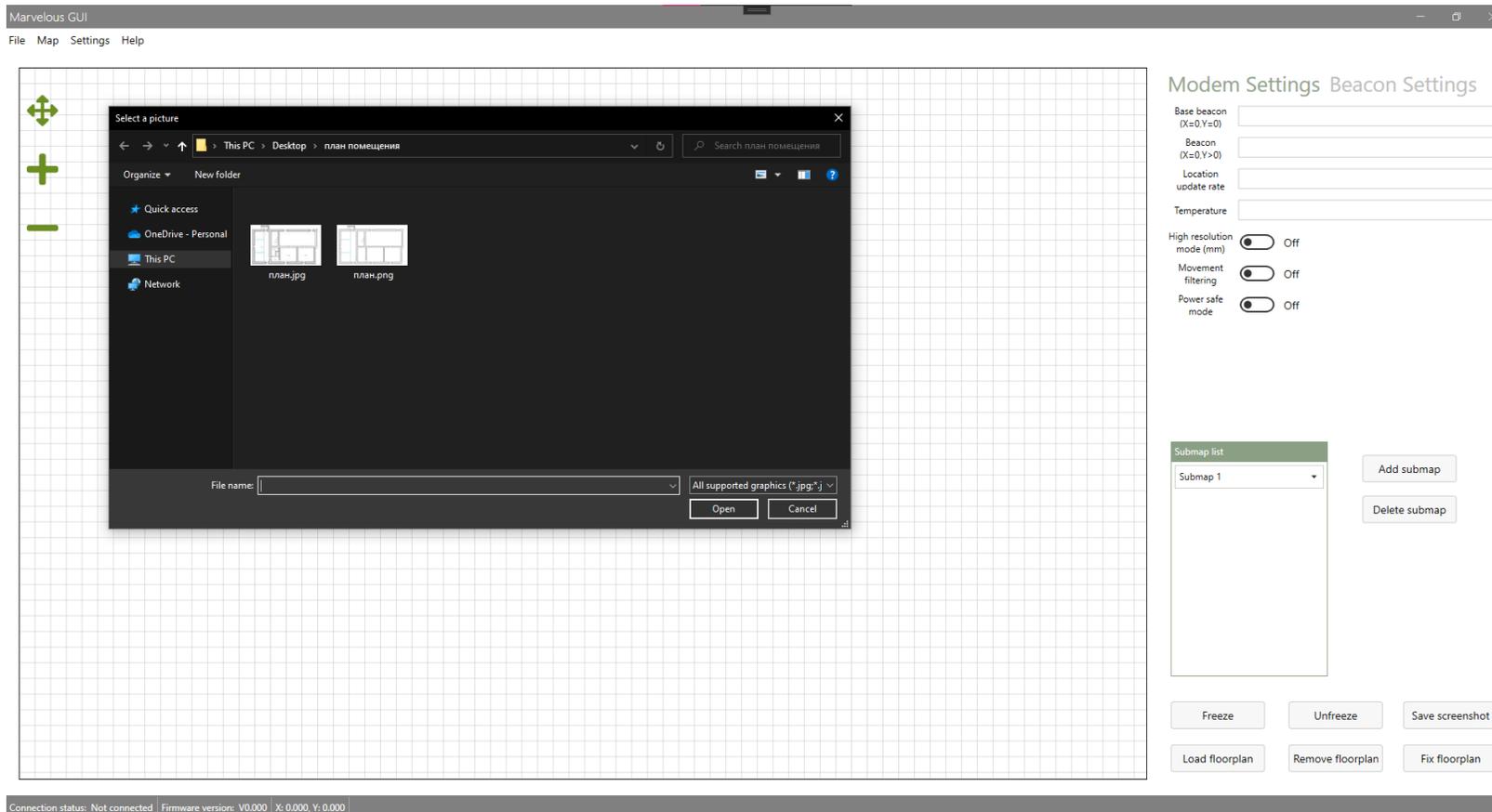
Coord, X;Y

Submap

Hedge  Off

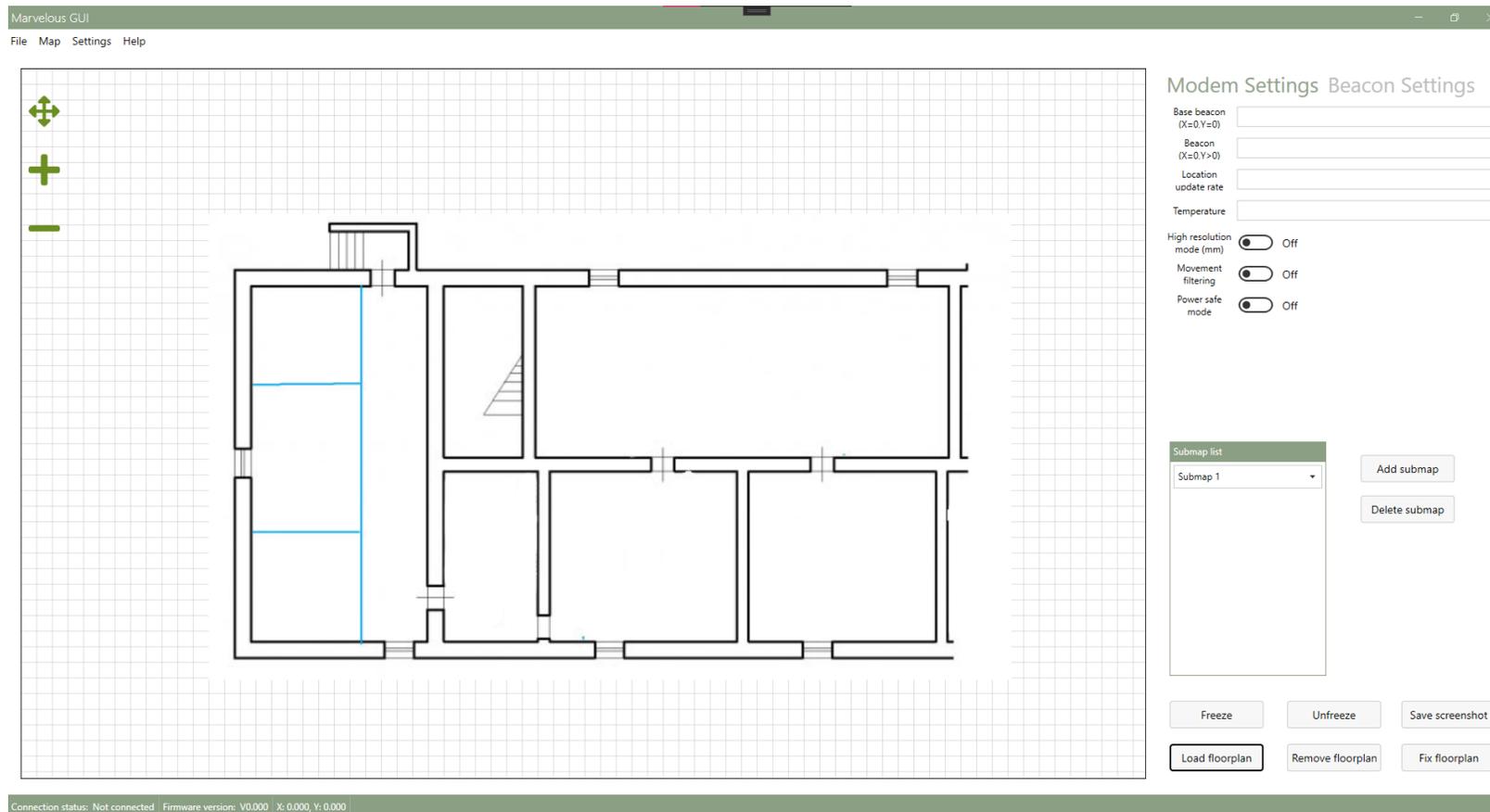
# Реализация

## Выбор изображения в качестве плана помещения



# Реализация

## Выбор изображения в качестве плана помещения



# Тестирование

Отображение настроек при установлении связи с серверной частью

## Modem Settings Beacon Settings

Base beacon (X=0,Y=0)

Beacon (X=0,Y>0)

Location update rate

Temperature

High resolution mode (mm)  On

Movement filtering  Off

Power safe mode  Off

## Modem Settings Beacon Settings

Radio profile

Radio band

Coord, X;Y

Submap

Hedge  Off

# Тестирование

## Отображение маяков в графическом модуле

The screenshot displays the Marvelous GUI interface. The main window shows a floor plan on a grid background. Four beacons are marked: Beacon 1 (green circle at the bottom left), Beacon 2 (green circle at the bottom center), Beacon 3 (green circle at the bottom right), and Beacon 4 (blue circle at the bottom center). A blue line highlights a path on the left side of the floor plan. The right panel contains 'Modem Settings' and 'Beacon Settings'. The 'Beacon Settings' section includes fields for Base beacon (0x01), Beacon (0x02), Location update rate (1), and Temperature (22). Below these are three toggle switches: 'High resolution mode (mm)' (On), 'Movement filtering' (Off), and 'Power safe mode' (Off). At the bottom of the right panel is a 'Submap list' section with a dropdown menu showing 'Submap 1' and buttons for 'Add submap' and 'Delete submap'. At the very bottom of the window, there are buttons for 'Freeze', 'Unfreeze', 'Save screenshot', 'Load floorplan', 'Remove floorplan', and 'Fix floorplan'. The status bar at the bottom left shows 'Connection status: Connected' and 'Firmware version: V7.01 X: 0.000, Y: 0.000'.

# Тестирование

## Модуль настройки 4 маяка

### Modem Settings Beacon Settings

Beacon 4 ▼

ID

UART baudrate

Radio profile

Radio band

Coord, X;Y

Submap  ▼

Hedge  On

# Заключение

В рамках выпускной квалификационной работы была разработана клиентская часть программного обеспечения системы позиционирования в производственных помещениях.

Разработанное программное обеспечение соответствует требованиям предприятия заказчика. Клиентское приложение, установив связь с серверной частью, позволяет пользователю отслеживать координаты маяков, загружать план помещения в качестве фона, соотносить маяки с планом и отслеживать их положение в реальном времени, настраивать их и взаимодействовать с аппаратной частью системы позиционирования.

Спасибо за внимание!