

,

\_\_\_\_\_ 2023 .  
" " \_\_\_\_\_

( )

“ ”

: \_\_\_\_\_

: \_\_\_\_\_

: \_\_\_\_\_

: \_\_\_\_\_

«

»: \_\_\_\_\_

«

»: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

151 « \_\_\_\_\_ , \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ »

\_\_\_\_\_

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ .

\_\_\_\_\_

( \_\_\_\_\_ , \_\_\_\_\_ )

1. \_\_\_\_\_ :

«15» \_\_\_\_\_ 2023 .

1810/

2. \_\_\_\_\_ : 02.10.2023 . 15.12.2023 .

3. \_\_\_\_\_ :

4. \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ 1. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ , \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ 2. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ 3. \_\_\_\_\_

5. \_\_\_\_\_ :

- 1.
- 2.
- 3.

6.

-

.			
1	1.  ) )	02.10.23 – 23.10.23	
2	2.  )  )  )	23.10.23 – 13.11.23	
3	3.  )  )  )  )	13.11.23 – 24.11.23	
4	)  ) )  )  ), .	24.11.23 – 04.12.23	

5	<p>)</p> <p>)</p> <p>( ' /</p> <p>)</p> <p>)</p> <p>)</p>	04.12.23 – 11.12.23	

7.


8.

: «02» \_\_\_\_\_ 2023\_ .

\_\_\_\_\_

(                    )                    ( ... )

\_\_\_\_\_

(                    )                    ( ... )

: 144 ., 30 ., 12 .

,

—

.

—

:

.

:

.

,

,

,

.

,

,

,

,

,

,

,

,

.

1

1.1

1.1.1.

1.1.2.

1.1.3.

1.2

1.3

1.3.1.

1.3.2.

1

2

2.1

2.1.1.

2.1.2.

2.1.3.

2.1.4.

,

2.2

2.2.1.

2.2.2.

2.2.3.

2.2.4.

2.3

2.3.1.

2.3.2.

,

2.3.3.

2.4

2.4.1.

2.4.2.

2.4.3.

2

3

3.1

3.2

3.3

3

4.

4.1.

-

4.2.

4.3.

,

..

4.4

4.

5.

5.1

5.2

( ' /

5.3

5.4

5.5

5.



.  
.  
 ,

« » « »

« »,

( )

, , ,

,

, ,

,

, «

,

».

,

, .  
 , .  
 , , ,  
 , ,  
 , .  
 .  
 , ( ,  
 , ), ,  
 ,  
 ,  
 .  
 , , ,  
 , , ,  
 , ,  
 .  
 ,  
 .  
 ,  
 .  
 ,  
 , , ,  
 , ,  
 ,

1)

;

2)

;

3)

;

4)

;

5)

,

,

,

.

,

—

.

—

1.

1.1

),  
 ),  
 )

3

);  
 );  
 )

:

1.To

(SRNS),

1 (0,5 ), , ,

2.

.SRN (

), INS

, SRN

,

23 16 66 000

				23 16 66 000			
						13	144
						-213	

srns

INS

3.

INS

srn,

ins

ins

ann

Srn

SRNS,

ins,

4.

(26 000 ),

/

srns.

" "

. SRN

[1].

(fans -

INS.

(INS) -

( )

[2].

INS

·  
 , ,  
 : , ·  
 n A H ,  
 · vh ·

**1.1.1.**

( ),  
 , ,  
 ·  
 ,  
 ·  
 ( ), ,  
 · ,  
 ·  
 ,  
 , ·  
 ·



,

90

...270e-

· ,

[3].

,

(MMGV)

(BINS),

,

MEMS,

·

(MMA)

(MMDC),

,

·

MEMS

,

-

112.

,

mmgv,

·

MMGV bin

,

MMA mmdc

·

,

MMGV BINS

·

MMA

MMCSH

·

MMA MMDCS

[4].

**1.1.2.**

( ) -

I

II

[5].

(X: , Y: , Z: ).

3

3

II (

).

9DoF (

),

:

J 3

J 3

J 3

GPS,

1:

)  
)

5 / 30  
6 / (30, 5).



.1.1

2:



. 1.2

3:

)  
)  
)

1.1.3.

?

[6].

DIN EN ISO9001,

[7].

1.

- 2

2.

,

.

.

.

.

3.

.

,

.

1.

:

.

-

,

,

,

,

.

2.

:

,

:"

"

.

,

,

0 200

( ),

0 500

( ).

3.

:

.

.

[8].

## 1.2

(Flying Hoc Network, FANET),

MAC, LODMAC (

MAC),

MAC.



( ),

,

.

,

.

,

,

,

GPS/

Moji.

,

,

,

.

,

.

,

.

,

,

,

,

[9].

,

( )

.

-

FOS

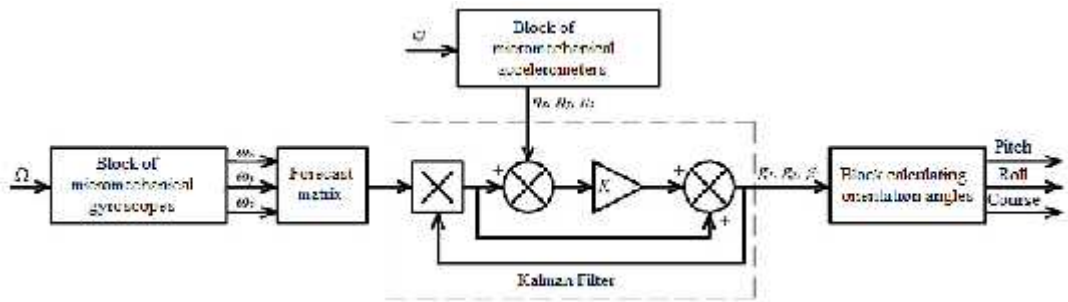
(

)

1.3.

,

.



**. 1.3 - FOS**

X, Y, Z.

$$\begin{aligned}
 \psi_{k+1} &= \psi_k + T_0 \cdot \omega_{Z_k}, \\
 \nu_{k+1} &= \nu_k + T_0 \cdot \omega_{X_k}, \\
 \gamma_{k+1} &= \gamma_k + T_0 \cdot \omega_{Y_k},
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

$T_0$  - ;  $k = 0, 1, \dots$

$A_x, A_y, A_z$  ( )  
X, Y, Z.

$$\begin{aligned}
 A_X &= -g \cos \nu \sin \gamma, \\
 A_Y &= g \sin \nu, \\
 A_Z &= g \cos \nu \cos \gamma.
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

$$\begin{aligned} \nu &= \frac{180^\circ}{\pi} \arcsin \left( \frac{A_Y}{g} \right), \\ \gamma &= -\frac{180^\circ}{\pi} \arctan \left( \frac{A_X}{A_Z} \right). \end{aligned} \quad (3)$$

Fos ( , , )

) ( , ) ,

;

) - 10

( 30-40

);

) ( )

10;

)

( )

(1), (2) (3),

[10].

### 1.3

(CNN)

mocap

mocap.

MOCAP GPS (Global Positioning System),

$m_i + b$        $b -$       ;       $m_i =$   
 $m_i = (x_i, y_i, z_i) \in \mathbb{R}^3$        $i -$   
 $i -$   
 $m_i = m_i - b.$

$$M = (m_1, m_2, \dots, m_n) \in \mathbb{R}^{3 \times n},$$

$(x_0, y_0, z_0).$

$b =$

$$\underbrace{\begin{pmatrix} 2x_1 & 2y_1 & 2z_1 & 1 \\ \vdots & & & \vdots \\ 2x_n & 2y_n & 2z_n & 1 \end{pmatrix}}_X \underbrace{\begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \\ z_0 \\ \rho \end{pmatrix}}_z = \underbrace{\begin{pmatrix} x_0^2 + y_0^2 + z_0^2 \\ \vdots \\ x_n^2 + y_n^2 + z_n^2 \end{pmatrix}}_y$$

IMU,

IMU,

IMU,

30

IMU

4g, 8g, 12g 16g.

1.5

30

IMU,

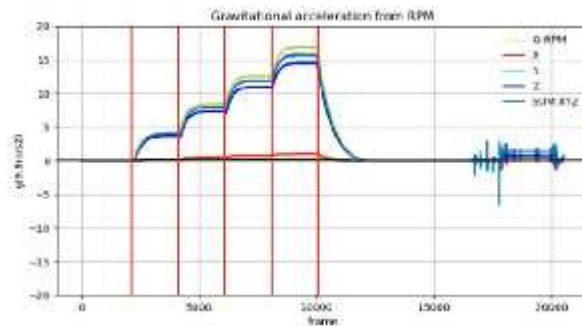
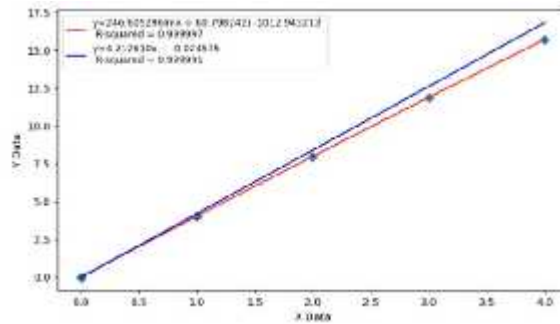
IMU,

1.4

IMU.

( )

[11].



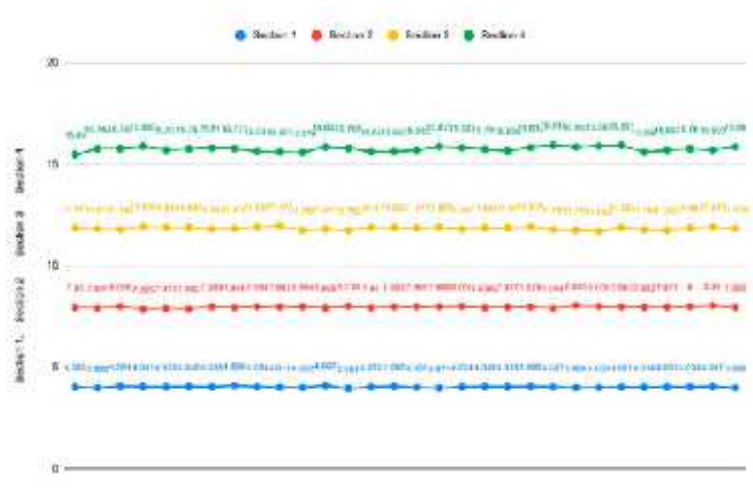
1.4 g,

g,

IMU

16 g

0 g, 4 g, 8 g, 12 g



. 1.5  $g$  30  $IMU$   
 $g$  (4 g , 8 g , 12 g 16 g )

1.3.1.

(0,0,0),

```

'''
`bno055_calibrator.py'
=====
A CircuitPython module for calibrating the BNO055 9-DoF sensor. After
manually
calibrating the sensor, the module produces calibration offset tuples for
use
in project code.

* Author(s): JE for Cedar Grove Maker Studios

Implementation Notes
-----
**Hardware:**
* Adafruit BNO055 9-DoF sensor
**Software and Dependencies:**
* Driver library for the sensor in the Adafruit CircuitPython Library
Bundle
* Adafruit CircuitPython firmware for the supported boards:
https://circuitpython.org/downloads
'''

```

```

import time
import board
import adafruit_bno055

# pylint: disable=too-few-public-methods
class Mode:
    CONFIG_MODE = 0x00
    ACCONLY_MODE = 0x01
    MAGONLY_MODE = 0x02
    GYRONLY_MODE = 0x03
    ACCMAG_MODE = 0x04
    ACCGYRO_MODE = 0x05
    MAGGYRO_MODE = 0x06
    AMG_MODE = 0x07
    IMUPLUS_MODE = 0x08
    COMPASS_MODE = 0x09
    MAG_MODE = 0x0A
    NDOF_FMC_OFF_MODE = 0x0B
    NDOF_MODE = 0x0C

# Uncomment these lines for UART interface connection
# uart = board.UART()
# sensor = adafruit_bno055.BNO055_UART(uart)

```

( )  
( ),

( )



,

( ) [12].

8,78

,

( )

( )

;

( )

, (i)

( ) (ii)

(b) (i)

(ii)

; (iii)

[13].

**1.3.2.**

[14].

)

(

3

. 1.6.



. 1.6.

$x_1, y_1, z_1 -$  , , ;  $x_1, y_1, z_1 -$   
 $x_1, y_1, z_1 -$  , ,  $x_1, y_1, z_1 -$   
 , 3 - , 4 - , 5 - .

$Ox$  ,  $Ox$   
 $Ox$  .  $Ox$  .  $Oz$

$H.$   $Oz$   
 $Oz$  .

$O_{y1}$  .  $Oy$  ,  $y_1$  ,  
 $O_{y1}$  .  $y_1$  ,  
 $Ox$  ,

$y_1$  ,  
 . ,  
 , ,  
 .



. 1.7

( )

$$I_1 \ddot{\beta} + f \dot{\beta} = H U_{xc} + M_{om}$$

, k k +

3 (0,5 1) 10 ÷ . .



(a)



(b)

**. 1.8**

1,

3

2,

2

4,

[15].

3,

2

5.

6.

**1**

( )

10° 90 °  
8,78



2.

2.1

67%,

AMI

. 1.

[16].

23 16 66 000

				23 16 66 000			
						41	144
						-213	



- , ( ) ( , , ) ;  
 - , , , ;  
 - , ( ) ( , , , ) ;

(SOD)

.  
 - , ( , ( ), , ).  
 .  
 3 : , .  
 . , , ( ), . . .  
 , , .

( )

.

.

,

( , , ).

,

SWIFT,

,

.

,

,

,

.

,

,

,

.

.

,

( , ( ).

,

.

.

,

-

.

,

( , ( ),

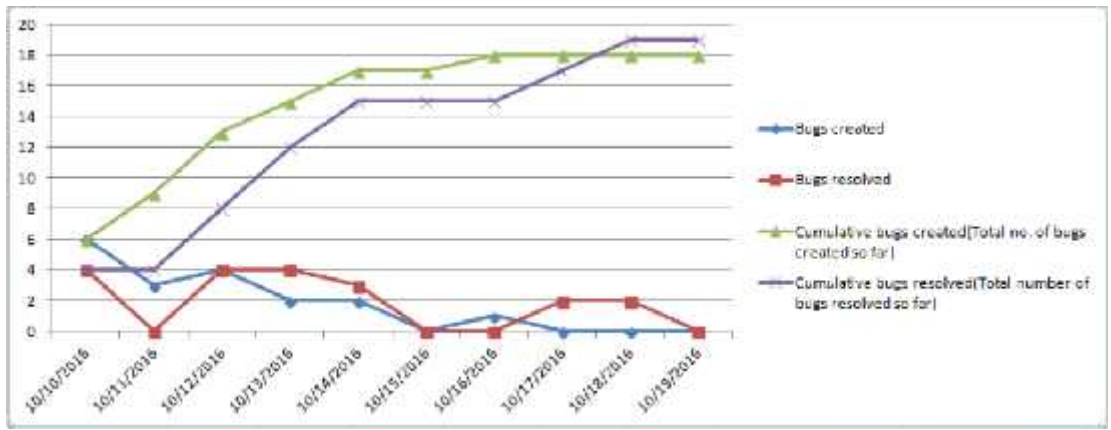
,

.

, ,

,

.



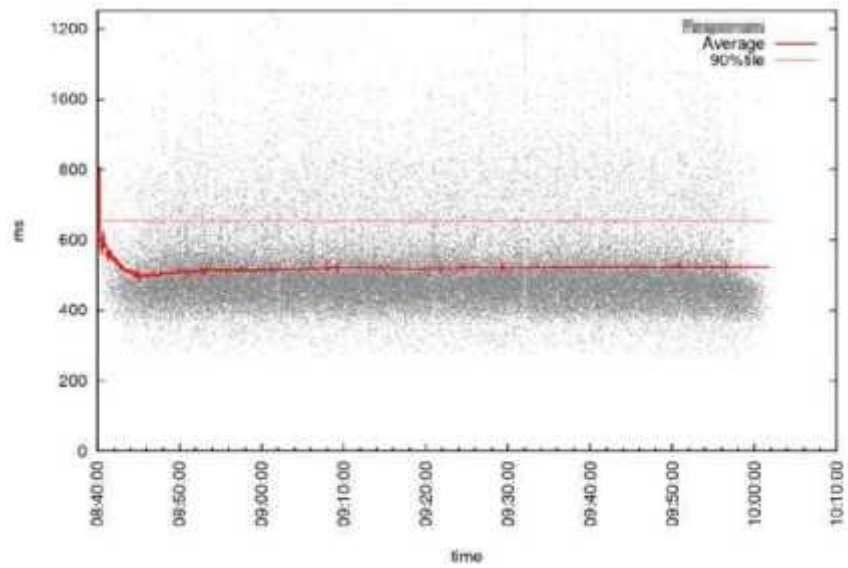
### . 2.1

,

,

(

).



### . 2.2

-

,

,

,

sod

( )

( )

,

,

.

( )

,

( )

,

).

,

( - )

[17].

-

,

( , )

,

,

),

,

,

.

**2.1.1.**

,

( )

,

,

,

.

,

: ( )

, ; (B)

, ,

[18].

,

,

/

(GPS)

,

/

.

,

,

, .

( ),

, ( )

.

.

.

( ),

( )

; (b)

,

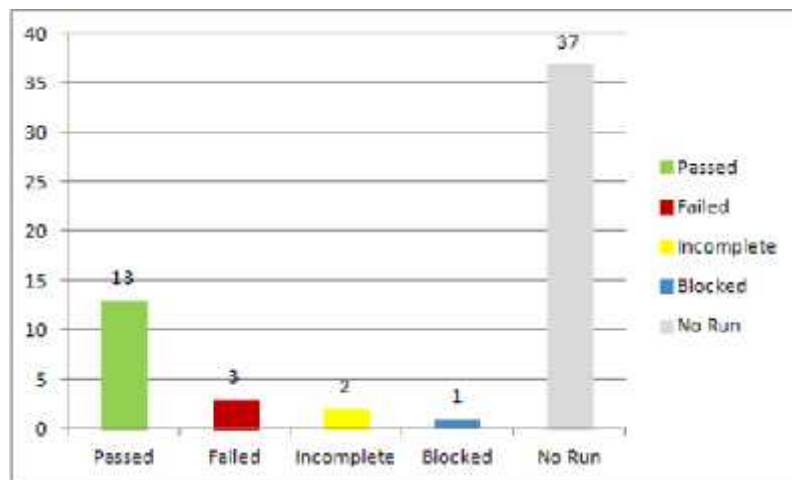
,

,

.

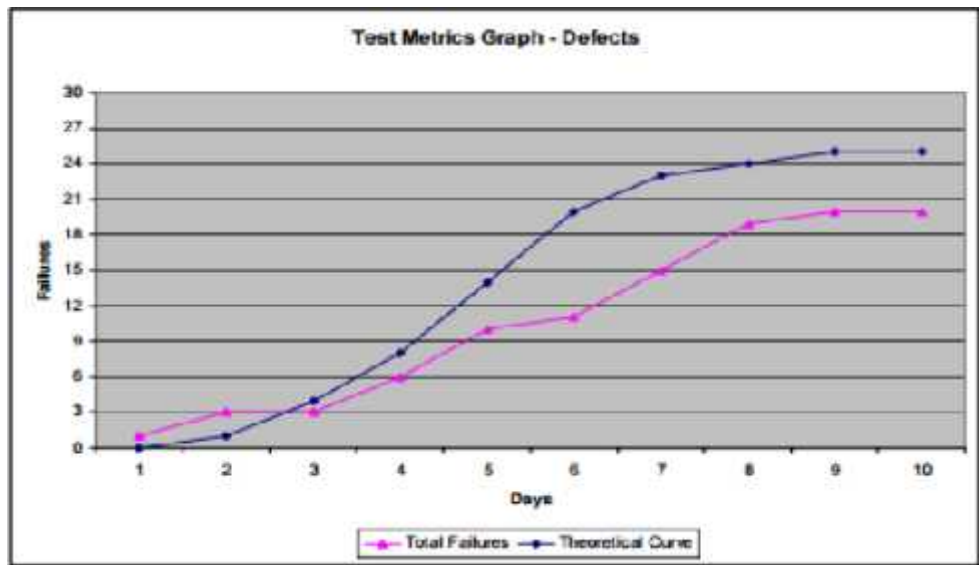
:

1





. 2.3



. 2.4

, , ,

4 4     1 0-30

, ,

0,5   25   .     1,0

·   1,5   .   1,5   .

/

,   ,   4-4   -   .

1,3   ,   ,   ,

,

44

,

.

/     [19].

2.1.2.

(DMS) -

,

,

,

.

(ASOD),

,

,

.

,

.

-

,

.

,

.

-

,

,

,

,

,

.

.

.

.

,

.

.

,

.

,

.

.

-

,  
.  
,  
,  
,  
,  
,  
(  
)  
( )  
.

### 2.1.3.

— « ».

"  
3D-  
X, y z  
,

x, y z,

2.1.

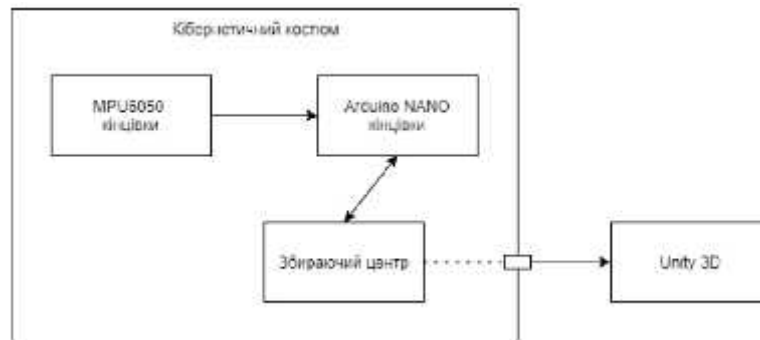
4

MPU6050

, Arduino Nano,

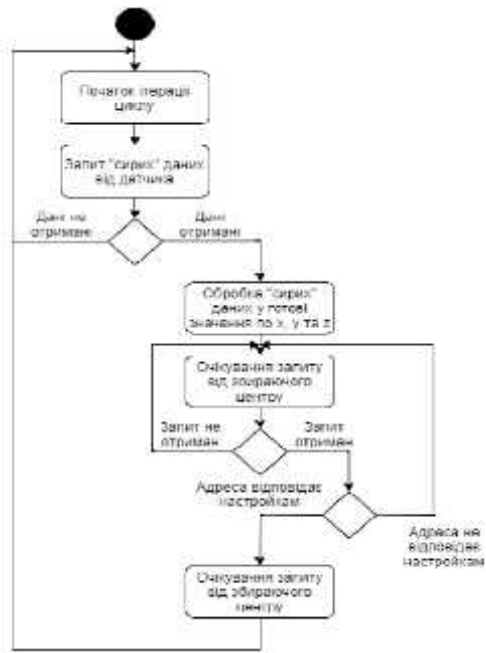
unity3d, UNITY3D,

3D-



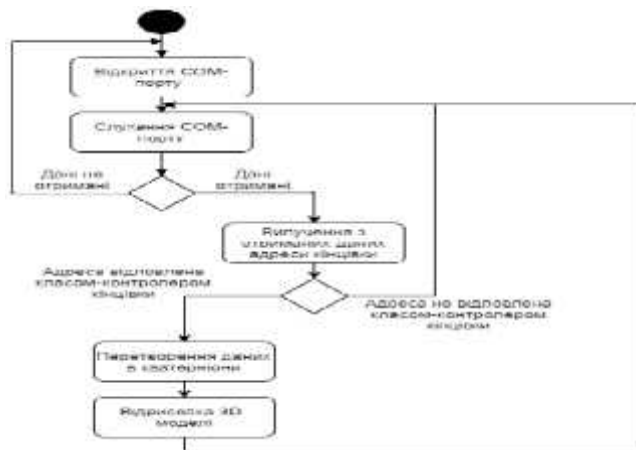
. 2.5 –

. 2.2 2.3.



. 2.6 –

" "



. 2.7 –

Unity 3D

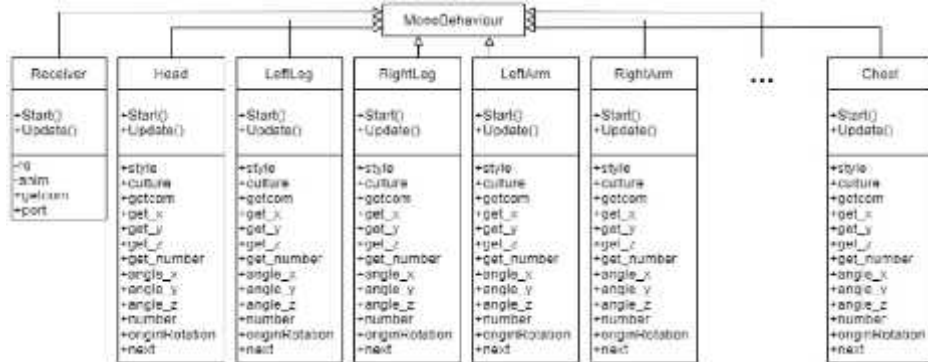
Unity 3D

3D

Unity 3D.

# Unity 3D.

. 2.4.



. 2.8 –

Unity-

MonoBehaviour -

Unity. Receiver -

COM-

3D-

. 2.2,

7

23

: Head,

LeftLeg, RightLeg, LeftArm, RightArm, Head, Chest [20].

2.1.4.



, , ,  
 ,  
 .  
 .  
 \* - -  
 , .  
 \* -  
 .  
 \* - (

Advantage Max ,

[22].

**2.2**

( ) -  
 ,  
 ,  
 .  
 , . ,



[23].

3

:

1)

-

,

,

.

:

)

SDR-

,

'

(

);

)

-

,

( ).

2)

,

.

(IFP):

)

-

:

;

;

;

;

;

)

-

(AutoCAD); (c)

.

,

.

:

)

:

)

;

)

.

```

        (      ),
        ,      ,
        ,      ,
        ;
        (      case);
CASE (      ) -
        ,
        ,
        :
        ,      ;
        ,      ,
        ,
        .

```

### 2.2.1.

-  
 ,  
 .

: 1)

( ); 2) - ( ); 3)

(C, Pascal ); 4) ' - (C ++, C #, Java); 5)

- (LISP, Prolog, SQL).

### **.NET Framework**

.NET Framework-  
 ,  
 Microsoft 2002 . Common Language  
 Runtime (CLR),

( ) . Net CTS. CTS  
 ,  
 CLR,  
 . format.NET [24].  
 , cts, separate.It  
 , .NET. ,  
 (Common Language Specification (CLS))  
 ,  
 [25].

Mimari..NET  
 Common Language Engine (CLI), ISO ECMA. CLItypes.NET,  
 , -

mevcuttur..NET (FCL). FCL

- ) Windows Forms- ;
- ) ADO.NET - ;
- ) ASP.NET - - - ;
- ) (LINQ) - ;
- ) Windows Presentation Foundation- -

FCL

(bcl).



. 2.9

*.NET Framework*

C#

```
using System;
class Program
{
    static void Main()
    {
        Console.WriteLine("Hello, world");
        Console.ReadKey();
    }
}
```

2.2.2.

Collection IEnumerable

**IEnumerable**

Ienumerator ()

```
static void PrintCollection(IEnumerable collection)
{
    foreach (var item in collection)
    {
        Console.WriteLine(item);
    }
}
```

**IDictionary**

IDictionary — " - ", :

public interface IDictionary: ICollection, IEnumerable.

. 2.1

Метод	Опис
void Add(object key, object value)	Додає в колекцію нову пару ключ-значення.
void Clear()	Сприймає колекцію.
bool Contains(object key)	Повертає true, якщо колекція містить елемент з ключем key.
void Remove(object key)	Видаляє елемент колекції за заданим ключем.
Властивості	Опис
bool IsFixedSize	Повертає true, якщо колекція має фіксований розмір.
bool IsReadOnly	Повертає true, якщо колекцію не можна модифікувати.
int Count	Кількість елементів колекції.

2.1

**IDictionary**

DictionaryEntry.

## Dictionary

### Dictionary —

```
Dictionary openWith = new Dictionary();
openWith.Add("bmp", "paint.exe");
openWith.Add("txt", "notepad.exe");
openWith["jpg"] = "paint.exe";
openWith.Add("rtf", "wordpad.exe");
openWith["rtf"] = "winword.exe";
Console.WriteLine("Keys:");
PrintCollection(openWith.Keys);
Console.WriteLine("Values:"); PrintCollection(openWith.Values);
if (!openWith.ContainsKey("doc"))
    openWith["doc"] = "winword.exe";
Console.WriteLine("Pairs:");
foreach (var x in openWith)
    Console.WriteLine("{0}|{1}", x.Key, x.Value);
```

### 2.2.3.

MEMS

[26].

(LPF),

[27].

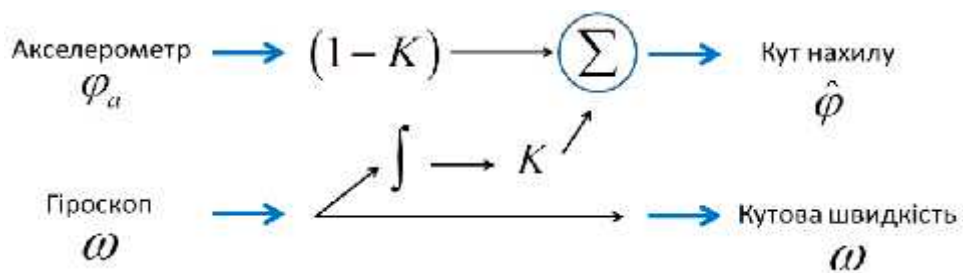
2

1

2.

$$\hat{\varphi}_t = K(\hat{\varphi}_{t-1} + \omega_t \cdot \Delta t) + (1 - K)\varphi_{a,t}$$

- 1)  $\hat{\varphi}_t$  – кут нахилу в момент часу  $t$ .
- 2)  $\hat{\varphi}_{t-1}$  – кут нахилу в момент часу  $t-1$ .
- 3)  $\omega_t$  – кутова швидкість в момент часу  $t$ .
- 4)  $\Delta t$  – інтервал часу між вимірами.
- 5)  $K$  – коефіцієнт згладжування (0 <  $K$  < 1).
- 6)  $\varphi_{a,t}$  – кут нахилу, виміряний акселерометром в момент часу  $t$ .



. 2.10 –



:

$$K = \frac{\bar{r}}{\bar{r} + \Delta t},$$

t-

0,5-1

[28].

#### 2.2.4.

Ethernet.

[29].

:

, /

, 300...1200

, C° -40...+85

GPS,

,

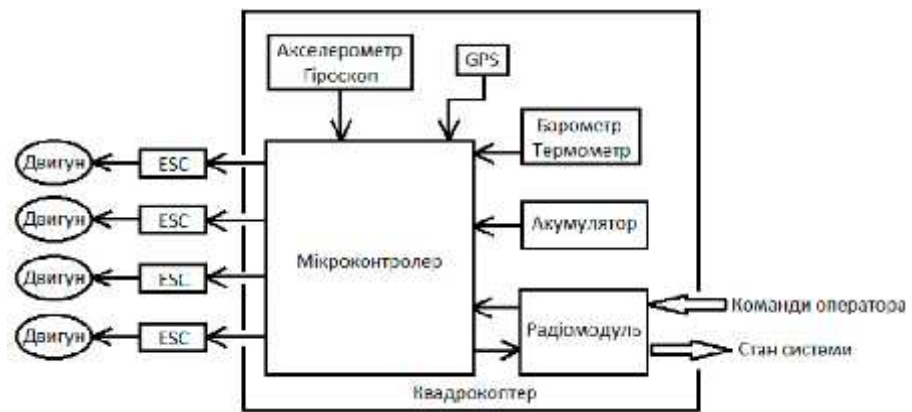
:

BLDC 1, / ~5/~20

BLDC 2, / ~5/~20

BLDC 3, / ~5/~20

BLDC 4, / ~5/~20



. 2.11 -

2

MPU-6050

керування qi.

HP206F

[30].

, GPS- NEO-6n-0-001

№	Назва параметру	Назва датчику	Принцип дії	Тип	Діапазон змінення	Точність	Значення виходу	Період оновлення	Напруга живлення	Потужність споживання
1	Нахил	MPU-6050	МММ ІІЕ	Дис.	±250 ±500 ±1000 ±2000	0,00001	4...20 мА	1 мс	5 В	1 Вт
2	Прискорення	MPU-6050	МММ	Дис.	2g, 4g, 8g, 16g	0,00001	4...20 мА		5 В	1 Вт
3	Тиск	HP206F	ПРФ	Циф.	300 - 1100 гектопаскаль (гПа)	±2 гПа	4...20 мА	1 с	5 В	1 Вт
4	Температура	HP206F	NTC	Дис.	-40°C до +85°C	±2°C	4...20 мА	1 с	5 В	1 Вт
5	Положення	NEO-6N-0-001	СЗ	Дис.	-	до 5 м	4...20 мА	0,1 - 1 с	5 В	1 Вт

2.2.

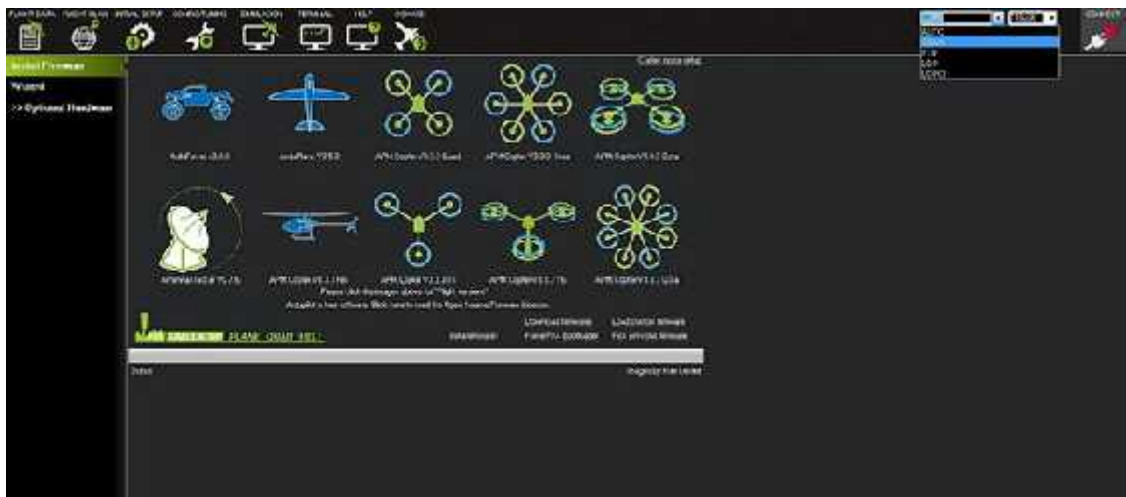
## 2.3

[31].

5

Ardupilot.

[32].



. 2.12

:

1. ( ).

.

2. : (Li-Po) ,

.

3. AWP ( ),

.

4. .

( )

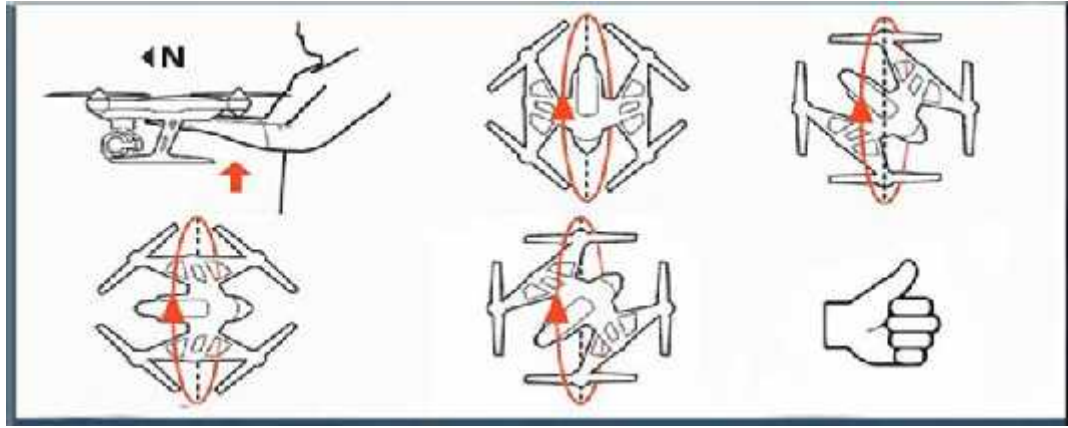
,

5. .

.

6. .

Ardupilot.



. 2.13

### 2.3.1.

[33].

GPS.

GPS

0,5

, :

[34].

[35].

**2.3.2.**

Primoco SE

. 1.

, VOR, ILS, DME military tacan,  
, VASI, PAPI ,

Cessna Beechcraft King Air,

. 1.

One150

945/2019 947/2019 [36].

Primoco  
(NSM),

(  
)

AMI



[37].

150

Galaxy GRS.

) [38].

VOR

ILS,

ISAV

UNIFIS,

Samgöngustofa  
SORA

OK-X053Z One150

Primoco

NSM.

2021-8-23

14: 00,

ILS

30

3000

100 (185 / ),

25

3

10

ADSB

[39].

One150UAV,

150

. Netherlands.It

### 2.3.3.

time.In

[40].

15

15

LIDAR LADAR ladar.

TOF-

LADAR

1 LADAR

1 [41].

,  
 .  
 ,  
 -  
 .  
 ,  
 ,  
 ,  
 ,  
 .  
 ,  
 .

[42].

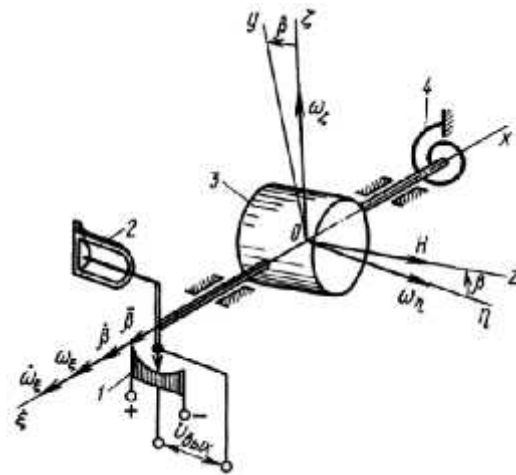
## 2.4

.  
 2  
 ( )  
 .  
 :  
 - ;  
 - ;  
 - ,  
 ;  
 - .  
 1.  
 : , , - , , , ,

— , , ; xyz — , , ( ). z y— .

M ,

[43].



. 2.14 —

. 1 —

; 2 —

; 3 —

; 4 —

;

:

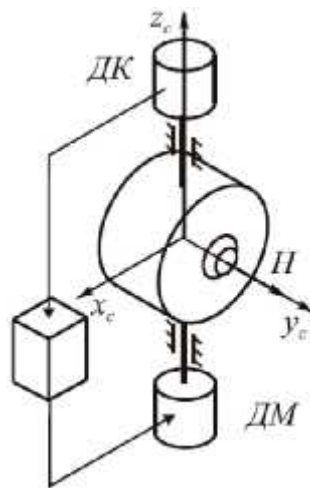
$$J_z \ddot{\beta} + B \dot{\beta} + k \beta = H \omega_z \cos \beta - H \omega_y \sin \beta + (J_z - J_y) \dot{\omega}_z^* \\ * (0.5 \omega_z^2 \sin 2\beta - 0.5 \omega_y^2 \sin 2\beta + \omega_z \omega_y \cos 2\beta) - J_x \dot{\omega}_z \pm M_x,$$

2.4.1.

1.

( . 2.11).

[44].



. 2.15 –

$$I_1 \ddot{\beta} + f \dot{\beta} = HU_{xc} + M_{DM}$$

M – , .

500

$$h_{\xi} = \frac{Hk_{DM}R_{ET}}{(k_{ET} + k_{II} + H\omega_{\eta})^2}$$

min 0.01 / ,

:

- ;

- .

,

,

[45].

### 2.4.2.



,  
 .  
 :  
 - ( - ,  
 , , ,  
 );  
 - ( , -  
 . -  
 );  
 - ( : ,  
 . , ,  
 );  
 - - ( , ,  
 , , );  
 - ( ,  
 , , ,  
 );  
 - ( , ,  
 , - ).

X ,

$$XB=XA+bAB,$$

bAB

( ) , [46].

j k.

[47].

### 2.4.3.

( )

[49].

$$\begin{bmatrix} U_{\omega x} \\ U_{\omega y} \\ U_{\omega z} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \omega_x \\ \omega_y \\ \omega_z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} U_{\omega x 0} \\ U_{\omega y 0} \\ U_{\omega z 0} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_{\omega x} \\ n_{\omega y} \\ n_{\omega z} \end{bmatrix} \quad (50)$$

ij r

(50)

N

( )

±300°/ N=7  
 20°/ -100°/ +100°/ . -  
 N³ 2 .  
 ( -

60),

(50)

$$\begin{bmatrix} U_{\omega x} \\ U_{\omega y} \\ U_{\omega z} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_x & 0 & 0 \\ 0 & k_y & 0 \\ 0 & 0 & k_z \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \omega_x \\ \omega_y \\ \omega_z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} U_{\omega x 0} \\ U_{\omega y 0} \\ U_{\omega z 0} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_{\omega x} \\ n_{\omega y} \\ n_{\omega z} \end{bmatrix} \quad (51)$$

(51)

$$k_z = \frac{\sum_{i=1}^N \omega_{zi} \cdot \sum_{i=1}^N U_{\omega zi} - N \cdot \sum_{i=1}^N (\omega_{zi} U_{\omega zi})}{\left(\sum_{i=1}^N \omega_{zi}\right)^2}; \quad U_{\omega z 0} = \frac{1}{8} \left( \sum_{i=1}^N U_{\omega zi} - k_z \sum_{i=1}^N \omega_{zi} \right)$$

Задане значення кутової швидкості $\omega_{mi}$ , град/с	Вихідний сигнал ДКПН, $U_{\omega mi}$			Задане значення кутової швидкості $\omega_{mi}$ , град/с	Вихідний сигнал ДКПН, $U_{\omega mi}$		
	$U_{\omega xi}$	$U_{\omega yi}$	$U_{\omega zi}$		$U_{\omega xi}$	$U_{\omega yi}$	$U_{\omega zi}$
0	83	-13	8	0	66.79	-10.08	11.89
20	373	276	293	-20	-207	-303	-277
40	667	569	582	-40	-501	-596	-566
60	963	865	873	-60	-797	-893	-857
80	1255	1153	1159	-80	-1090	-1184	-1143
100	1552	1452	1452	-100	-1387	-1481	-1437

. 2.3.

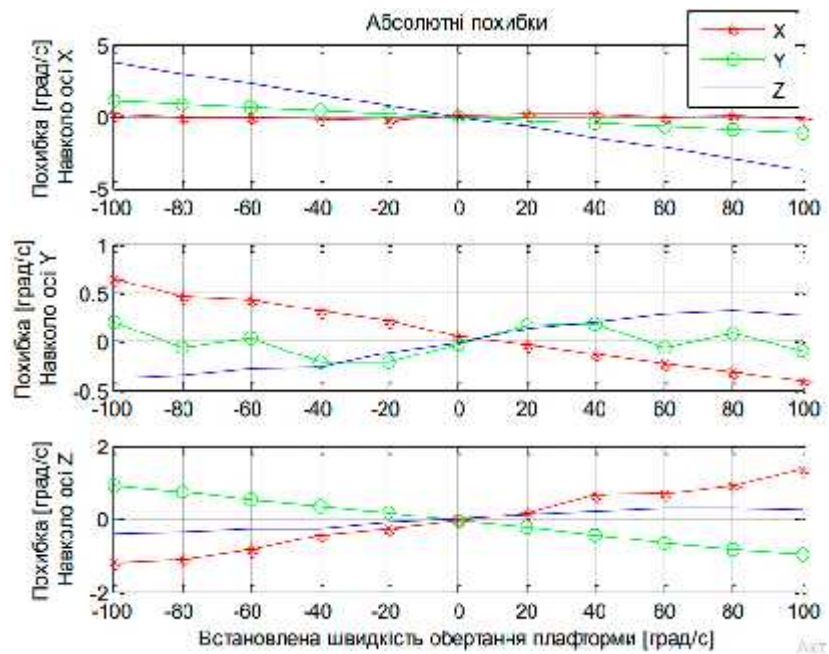
2.4.

Вісь ДКШ	Результати калібрування	
	$k$	$U_{\text{св}}$
X	14.6705	82.7314
Y	14.6446	-13.9085
Z	14.4160	8.0001

## 2.4

. 2.12

0.5 / ° с



. 2.16

( ) .

·

300 / N=7

100 / -300 / 300

/ . N >= 2

[50].

nax, nay, naz. ,

(2.5) :

$$\begin{bmatrix} U_{axi} \\ U_{ayi} \\ U_{azi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \omega_{xi} \\ \omega_{yi} \\ \omega_{zi} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} U_{ax0}^* \\ U_{ay0}^* \\ U_{az0}^* \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

N

wxi ,

N

(2.1).

$$\begin{bmatrix} U_{ax1} & \dots & U_{axN} \\ U_{ay1} & \dots & U_{ayN} \\ U_{az1} & \dots & U_{azN} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11} & U_{ax0}^* \\ r_{21} & U_{ay0}^* \\ r_{31} & U_{az0}^* \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \omega_{x1} & \dots & \omega_{xN} \\ 1 & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

( ) 3\*N

N >= 2

N > 2

( )

$$\begin{aligned}
 \begin{bmatrix} r_{11} & U_{ax0}^* \\ r_{12} & U_{ay0}^* \\ r_{13} & U_{az0}^* \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} U_{ax1} & \dots & U_{axN} \\ U_{ay1} & \dots & U_{ayN} \\ U_{az1} & \dots & U_{azN} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \omega_{x1} & 1 \\ \vdots & \vdots \\ \omega_{xN} & 1 \end{bmatrix} \cdot \left( \begin{bmatrix} \omega_{x1} & \dots & \omega_{xN} \\ 1 & \dots & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \omega_{x1} & 1 \\ \vdots & \vdots \\ \omega_{xN} & 1 \end{bmatrix} \right)^{-1}; \\
 \begin{bmatrix} r_{11} & U_{ax0}^* \\ r_{12} & U_{ay0}^* \\ r_{13} & U_{az0}^* \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} U_{axN+1} & \dots & U_{ax2N} \\ U_{ayN+1} & \dots & U_{ay2N} \\ U_{azN+1} & \dots & U_{az2N} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \omega_{y1} & 1 \\ \vdots & \vdots \\ \omega_{yN} & 1 \end{bmatrix} \cdot \left( \begin{bmatrix} \omega_{y1} & \dots & \omega_{yN} \\ 1 & \dots & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \omega_{y1} & 1 \\ \vdots & \vdots \\ \omega_{yN} & 1 \end{bmatrix} \right)^{-1}; \\
 \begin{bmatrix} r_{11} & U_{ax0}^* \\ r_{12} & U_{ay0}^* \\ r_{13} & U_{az0}^* \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} U_{ax2N+1} & \dots & U_{ax3N} \\ U_{ay2N+1} & \dots & U_{ay3N} \\ U_{az2N+1} & \dots & U_{az3N} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \omega_{z1} & 1 \\ \vdots & \vdots \\ \omega_{zN} & 1 \end{bmatrix} \cdot \left( \begin{bmatrix} \omega_{z1} & \dots & \omega_{zN} \\ 1 & \dots & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \omega_{z1} & 1 \\ \vdots & \vdots \\ \omega_{zN} & 1 \end{bmatrix} \right)^{-1}
 \end{aligned} \tag{2.3}$$

x1... xN, y1... yN, x1... yN

T T -1 A × (A × A) (

(2.16)

(2.16),

U\* x0, U\* y0, U\* z0

U\* x0, U \* y0, U\* z0

g [51].

[52].



1963).

(Beliveau et al.,

[53].

[54].

2.

Arduino Nano,  
MPU6050  
SolidWorks.

( ) -

$$M_{op} = -c\beta$$

de ilb,

bmax,

$$k = H/m$$

Python

C#.

ODG-10.

0,2.

MPU-60.

0,5/ .

3.

3.1

[55].

				23 16 66 000			
						93	144
				-213			

[56].

```
package com.example.myapplication;
import android.content.Context;
import android.content.SharedPreferences;
import android.database.Cursor;
import android.database.sqlite.SQLiteDatabase;
import android.util.Log;
import org.json.JSONException;
import org.json.JSONObject;
import java.security.MessageDigest;
import java.security.NoSuchAlgorithmException;
import java.text.DateFormat;
import java.text.ParseException;
import java.text.SimpleDateFormat;
import java.util.ArrayList;
import java.util.Calendar;
import java.util.Date;
import java.util.GregorianCalendar;
```

```

import java.util.List;
import java.util.Locale;

public class App {
    private static App instance; private Database_helper
my_database_helper;

    private SQLiteDatabase my_database;
    private User my_logged_user;
    private String my_user_password_hash;
    private Message my_current_message;
    private static SharedPreferences shared_preferences; private ArrayList
messages_list;

    private ArrayList deleted_messages_list;

    public static final date_format date_format = new
Simpledate_format("HH:mm:ss dd.MM.yyyy", Locale.ENGLISH);
public static final String LOG_TAG = "App";
public static final int NOTE_EDIT_OK = 5;
public static final int LOGIN_OK = 7;

    private App() { }

public void init(Context context, SharedPreferences prefs) {
    Log.d(LOG_TAG, "init started");
    shared_preferences = prefs;
    my_database_helper = new Database_helper(context);
    my_database =
my_database_helper.getWritableDatabase();
    messages_list = new ArrayList();
    deleted_messages_list = new ArrayList();
    String logged_user_string =

```

App.getInstance().getPref().getString("loggedUser", "");

3 : ,  
;  
- SAS, BMDP; - STADIA,  
STATGRAPHICS, SPSS, STATISTICA; - BIOSTAT,  
MESOSAUR, DATASCOPE.

( , , )  
.C

- , RATS, SAS, STATA, TSP, SPSS, SORITEC,  
SYSTAT, 80-



. FORTRAN.  
 , FORTRAN.  
 ,  
 ( )  
 , ).  
 , PC ( ,  
 GAUSS, Microfit, MicroTSP, Views), , ,  
 , PC.  
 , , , , ,  
 , FORTRAN, , TSP,  
 STATA, SPSS, SYSTAT

.  
 ( ,  
 ) ( )  
 , ).

***BMDP - BioMeDical Package (Statistical Software, Inc.)*** BMDP -

, BMDP Fortran IBM  
 7090. BMDP BIMED .  
 UCLA . :  
 , , ,

***EViews - Econometric Views (Quantitative Micro Software / IHS Markit Ltd.)***

, , . EViews -

. EViews

:

; ; ;

; .

EViews

.

: ,

, , ARIMA-

Windows- ep e ca EViews

, (help), ,

.

***GenStat (VSN International Ltd. - VSNi).***

.

,

, microarray . GenStat

,

Windows,

GenStat

.

.

***MathCAD (Parametric Technology Corp.)***

, , , .

,

,

,

.

.

,

.

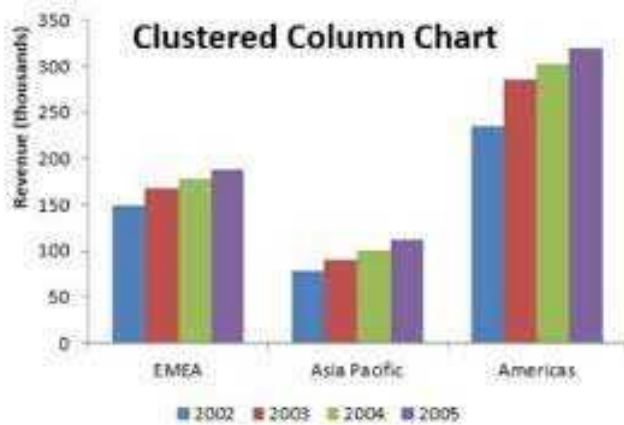
WYSIWYG (What You See Is What You Get — « »).

Mathcad

NET XML

Mathcad

(e-Book).



### . 3.1

10

:

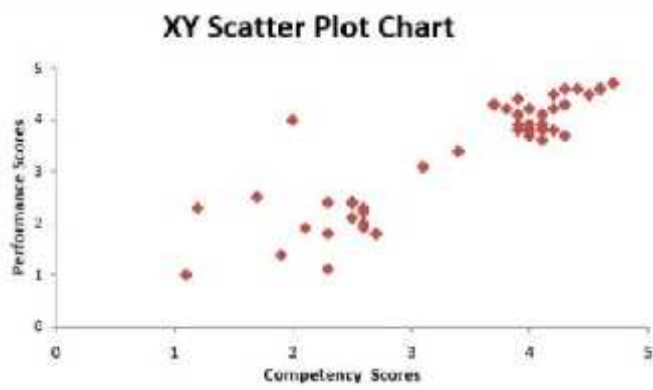
( )

Oracle.

(

),

:



. 3.2

## 3.2

- MathCAD MathSoft;
- Maple Waterloo Maple Inc.;
- Matlab MathWorks;
- Mathematica Wolfram Research.

Maple

MathSoft – MathCAD.

) [57].

MathCAD

### 3.3

QGroundControl

Windows, Mac OS Linux.

MAVLink

UDP.

QGroundControl

. QGroundControl

DJI, ArduPilot, PX4

[58].

QGroundControl

QGroundControl

7

[59].

GPS,

QGC

[60].

, QGroundControl

[61].

, QGroundControl

[62].

```
package com.example.myapplication;
import android.content.Context;
import android.database.sqlite.SQLiteDatabase;
import android.database.sqlite.SQLiteOpenHelper;
import android.util.Log;
public class Database_helper extends SQLiteOpenHelper {
    public static final String DATABASE_NAME = "Messages";
```



```

public static final String LOG_TAG = "Database_helper";
public Database_helper(Context context) {
    super(context, DATABASE_NAME, null, 1);
}
@Override
public void onCreate(SQLiteDatabase db) {
    Log.d(LOG_TAG, "onCreate database");
    db.execSQL("CREATE TABLE users ("
        + "id INTEGER PRIMARY KEY,"
        + "login TEXT,"
        + "email TEXT,"
        + "about TEXT,"
        + "additional TEXT" + ");");
    db.execSQL("CREATE TABLE passwords (id INTEGER
PRIMARY KEY," +
        "user_id INTEGER," +
        "password_hash TEXT" + ");");
    db.execSQL("CREATE TABLE messages ("
        + "id INTEGER PRIMARY KEY,"
        + "remote_id INTEGER,"
        + "author_login TEXT,"
        + "create_date TEXT,"
        + "change_date TEXT,"
        + "title TEXT,"
        + "text TEXT,"
        + "additional TEXT" + ");");
}
@Override
public void onUpgrade(SQLiteDatabase db, int oldVersion, int

```

```

newVersion) {
}

```

**MathCAD**

```

MathCAD
:
>
>

```

```

, , .
n-
, .

```

$$y = (x)$$

[63].

MathCAD.

```

, n-
MathCAD odesolve, : odesolvex,
b, n), - ; b - ; n -
[64].

```

1. Given,

2.

:

$$\frac{d^2 y(x)}{dx^2} + 2 \cdot x \cdot \frac{dy(x)}{dx} + 1.2 \cdot y(x) = x \cdot e^{-x} \text{ або}$$

$$\frac{d^2 y(x)}{dx^2} + 2 \cdot x \cdot \frac{dy(x)}{dx} + 1.2 \cdot y(x) - x \cdot e^{-x} = 0 \text{ або}$$

$$y''(x) + 2 \cdot x \cdot y'(x) + 1.2 \cdot y(x) = x \cdot e^{-x}$$

3.

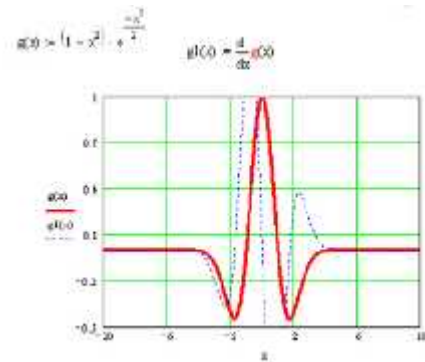
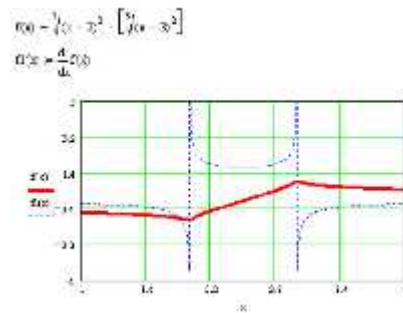
$$: y(x_0) = y_0, y'(x_0) = y'_0.$$

4.

odesolve(x,b, n)

b n .

5.



. 3.3

(

*MathCAD*),

3

(hardware, software)

« »

SPSS.

STATISTICA.

STATISTICA:

3D

Excel.

Minitab, MatLab, STATISTICA, STATA, S-PLUS, STATGRAPHICS, Stadia,  
SYSTAT, SPSS, Excel; - BMDP, SAS; -  
DATASCOPE, BioStat, MESOSAUR. -

1.

.  
; -  
,  
; ;  
; ; ;  
; ; ;

2.  
:  
;  
;  
, ;  
/  
; ; ( )  
;

.  
3.  
,  
.  
-  
,  
( ),



.4.1.

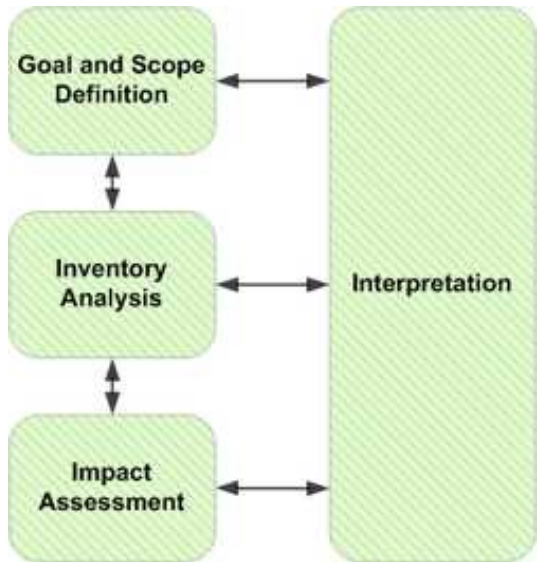
## 4.1

(Life cycle assessment or LCA)

( - life cycle analysis) -

( ),

( ).



**.4.1**

14000

(ISO), , ISO 14040 ISO 14044.

ISO 14040 " " ,

ISO 14044 " " , ISO 14040

, ISO 14044 - -

ISO 14040

:

)

( ,

) - ,

· ,

, , ,

· ,

( , ,

,



),

,

-

10

10 , , ISO LCA ,

;

, 10 .

**4.2.**

. LCA

.

,

( , , , )

( ( ,

, ) .

,

,

,

,

,

/ , , -

-

( , ).  
(LCA) – ,

(ISO 14040 (2006)).

LCA  
ISO 14040 (2006),

:

- 1) ,  
;
- 2) ,  
;
- 3) (LCIA)  
;
- 4) , . LCA

#### 4.3.

..

)

InvenSense.

HMC5883

Honeywell.

MPU-6050

328,

, Atmega  
Arduino Nano.

. Arduino Nano

Arduino Nano

MPU-6050

InvenSense:

HMC5883

Honeywell:

Atmega 328

Arduino Nano:

: Arduino Nano  
(FR-4),

: Atmega 328

#### 4.4

- MPU-6050 InvenSense:

:

HMC5883

Honeywell:

:

Atmega 328

Arduino Nano:

:

4.

« »

5.

5.1.

" " " , , , , , . ( ' / ) . , , .

5.2.

( ' / ) .

, , .

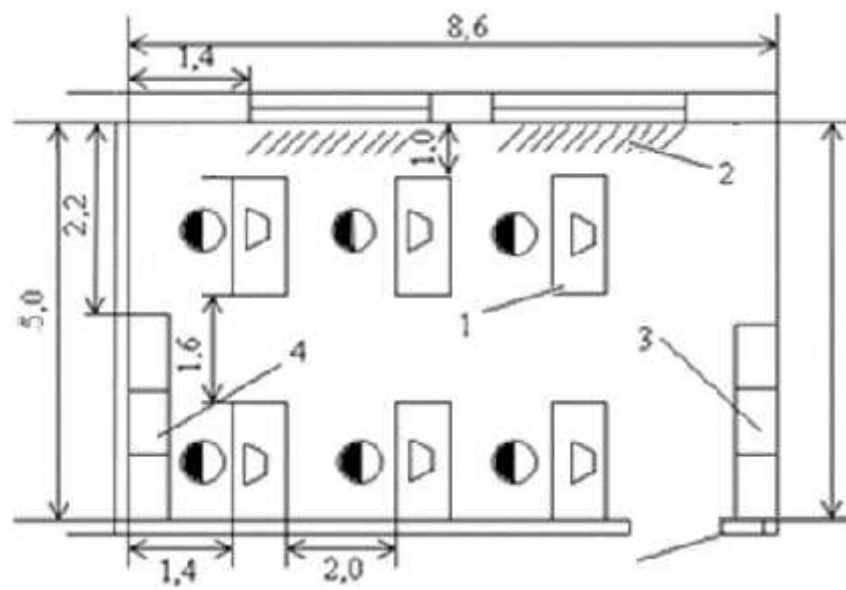
				23 15 66 000			
						119	144
				-213			

1.

2.

3.

5.1.



.5.1.

1 - ;

2 - ;



3 - ;  
4 - .

, , , , II-4-79,  
, .  
, ( - ) ,  
2%. II-4-79. 2%  
10%.

, , , ,  
, , , ,  
300-500 .  
, .  
, , 300 .  
, , , ,  
, , , ,  
250 .  
, , , .

5.1

Показник мікроклімату	Фактичне значення	Норма згідно з ДСН 3.3.6.042-99
Температура повітря	25°C	22-24°C взимку, 23-25°C влітку
Вологість повітря	55%	Не менше 40%
Швидкість руху повітря	0.05 м/с	До 0.1 м/с

5.2

Вид електромагнітного поля	Джерело	Фактичне значення	Норма згідно з СНиП 31-01-95
Електричні поля	Офісна електромережа	23 В/м	Не більше 25 В/м
Магнітні поля промислової частоти	Комп'ютер, техніка	7 мТл	Не більше 10 мТл
Радіочастотне випромінювання	Wi-Fi, мобільні мережі	8 Вт/м <sup>2</sup>	Не більше 10 Вт/м <sup>2</sup> (згідно з 3)

122

5.1,

5.1,

(dB).

45-55

(A)

( )

WHO (

')

30

(A)

, 40

(A).

2

(

6

)

2

(6

)

Середньогометричні частоти октавних смуг, Гц	Гранично допустимі рівні по осях Хл, Ул, 7 л			
	віброшвидкість		віброприскорення	
	м/с x 10 <sup>-2</sup>	дБ	м/с <sup>2</sup>	дБ
8	2,8	115	1,4	73
16	1,4	109	1,4	73
31,5	1,4	109	2,7	79
63	1,4	109	5,4	85
125	1,4	109	10,7	91
250	1,4	109	21,3	97
500	1,4	109	42,5	103
1000	1,4	109	85,0	109
Коректований, еквівалентний коректований рівень	2,0	112	2,0	76

	1 ( )
	230
	50
	( )

--	--

)  
 )  
 )  
 )  
 )

) ( )  
 )  
 )  
 )

)  
 )

) ( )  
 )  
 )

) ( )

) ( )

) ( )

) ( )

) ( )

) ( )

) ( )

) ( )

) ( )

) ( )

) ( )

5.5

( 3587-2015)


5.6

( 3562-2015)


:

) ,  
 ) .  
 ) :

12.1.045-2015

0.00-1.29-97.

5.7

( 12.1.045-2015)

	0 50 /

5.8

( 0.00-1.31-2018)

	/
	/
	/

:

12.1.045-2015 :

)  
 ) .  
 0.00-1.28-10 " " :  
 - " :

) -  
 0.00-1.29-97 " " :

)  
 ) .  
 :

)

)

,

..

:

)  
)

:

:

.

:

)

,

.

:

)

:

.

:

)

:

.

:

)

:

.

5.9

:

		( 1-5)
		2
		3
		4

		3
--	--	---

⌋ :  
⌋ , , ,  
⌋ . ,  
⌋ .  
⌋ :  
⌋ . .  
⌋ . .  
⌋ . .  
⌋ . .  
⌋ . :  
⌋ . .  
⌋ . .  
⌋ . .  
⌋ . .  
⌋ . , , :  
⌋ . .  
⌋ . .  
⌋ . .  
⌋ . .  
⌋ :  
⌋ . , ,  
⌋ . .



( 84/ 0.003-2016):

)

:

)

)

**5.3.**

)

500 ( ),

)

)

)

8 / 2,

)

250

5.10

:

5.10

( )	400	500
( / 2)	9 / 2	7 / 2
( )	300	250

,

.

5.4.

.

( )

,

.

,

:

5.11


,

,

,

.

:

1)

( A, B, C)

.

2)

)

1.

2.

)

1.

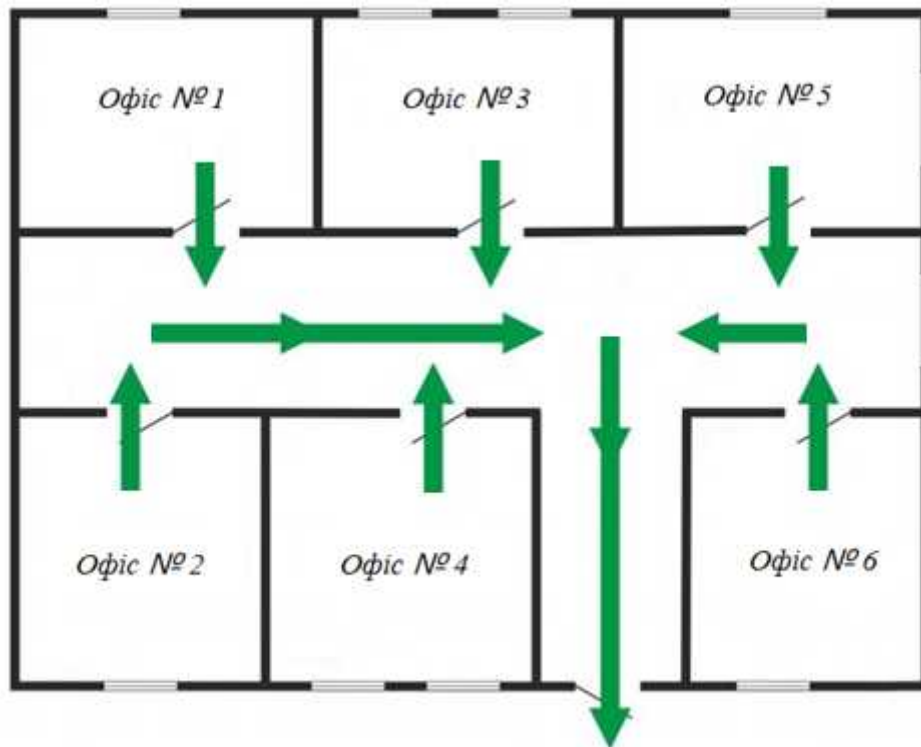
2.

10

1.

2.

.5.2.



5.5.

( ).

.

,

.

,

.

:

•

(S):

•

(E):

( ).

•

( ):

•

( ):

( ).

:

(E)

$$: E = \frac{\Phi * \eta}{s}, :$$

E -

( );

-

( );

-

; S -

(<sup>2</sup>).

:

43<sup>2</sup>,

1500

6<sup>2</sup>.

0.9,  
 . ,  
 .  
 :  
 ) (S): 43<sup>2</sup> ( ,  
 6<sup>2</sup>).  
 ) (E): ,  
 500 .  
 ) ( ): ,  
 0.9.  
 ) ( ): ,  
 - 1500 .  
 :

$$E = \frac{1500 * 0.9}{43} \approx 31.39 \text{ лк}$$

5.12

(S)	43 <sup>2</sup>
( )	1500
( )	0.9
(E)	31.39

: , , ,

**5.6.** .

" "

, . ,  
 .  
 :

• " , - , " ,  
" , , ,  
• , ,  
• : ,  
• , , ,  
• , , ,  
• , ,  
• , , ,

:

1.

,

,

.

,

0,5'

,

.

2.

,

.

.

3.

,

,

,

,

,

.

,

,

(

650% )

.

,

0,5'

,

65-10-5 / 2 .

3 .

4.

.

,

,

,

.



1. [ ] prosedürel dokular Uluslararası = Uv . -  
:  
[http://uvsinternational.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=204&Itemid=284](http://uvsinternational.org/index.php?option=com_content&view=article&id=204&Itemid=284)
2. - / . . , . .  
, . . , . . .- : , 2019. - 296 .
3. . .  
/ .. //
  
:  
- , 28-29 ,  
2012. - .: , 2019. - . 45.
4. INS / GPS Entegrasyonu: / . .  
, . . , . . , . //  
, Ocak2000. -  
: , 2020. -98-105
5. . . : / . .  
. - : " " , 2020. -248 . - ISBN978' -5-8125-  
1467-9.
6. . .  
/ . . , . . ; [ . . . ] . -  
.: " " , 2019. - 300 . - ISBN978' -5-  
900780-73-3 .
7. .  
[Ute] / . , . , //

- (K1s), , , . - 2019. -  
: [http://www.ifen.com/fileadmin/publications/KIS1997\\_GPS\\_INS.pdf](http://www.ifen.com/fileadmin/publications/KIS1997_GPS_INS.pdf)
8. . . .  
, [ ] / CXMIAO, JJcao, JC Fang / /  
, 2020. -P::cnki.com.cn
9. ., /  
GPS- cdkf'ye Dayalı Entegre Navigasyon / . , . , . //  
IEEE International .2019. - 2.- . 1215-1219.-ISBN: 978-1-4244-6788-4.
10. . . , GPS,  
/ . , . , . //  
. - 2019. - 63(5). 451-455
11. ZJ / Z MEMS- GNC  
. J. .C. / /  
. - 2021.- 11(10). 123-132
12. . -  
/ . , .C. //  
. - 20
21. - 53(6). 1713-1725
13. ,  
, D.' .  
[ ]/D. , . , . //9.  
, , , 3-5 2020  
. - . 485-492. - : <http://core.ac.uk/download/pdf/10882228.pdf>
14. . .  
[ . ]/ .D. , .k. // 2.

,  
, 2020-12-13-15. -339-344 - :  
[http://www.ist.massey.ac.nz/conferences/icara2004/files/Papers/Paper59\\_ICARA2004\\_339\\_344.pdf](http://www.ist.massey.ac.nz/conferences/icara2004/files/Papers/Paper59_ICARA2004_339_344.pdf)

15. .  
 / . , . , . / / 7.  
, ISVC2011, - , , , 2011-9-26-28.  
 II - , 2020. -310-319

16. . M.  
 - / . M. , . C. , . G.  
, . R. / / IEEE  
, 2020-10. - 3. -2134-2140

17. .  
 / . , . , . , . , .  
X.Ye//In IEEE  
, , , 2020-5. - 2. -1387-1390

18. , .  
GPS / /  
. , . // . -  
2020. - 31(6). - .714-737.

19. / .  
, . , . // IEEE  
(ICRA), 2019. - 1159-1165 - ISBN9781612843803.

20. . /  
MAV / . , . C. , . G. Ifju / /  
IEEE , 2020. - 1. 1422-1427

21. . GPS.  
 [ ] / A. , . , . //  
 IEEE  
 (ICRA), 2020. - :  
[http://groups.csail.mit.edu/rrg/papers/icra12\\_aggressive\\_flight.pdf](http://groups.csail.mit.edu/rrg/papers/icra12_aggressive_flight.pdf)
22. . - GPS-  
 / . . / IEEE  
 (ICRA), 2020. -1096-1097 - :  
<http://hdl.handle.net/1721.1/65608>.
23. .  
 / . , . , . // . - 20  
 20. - 1(4). -217-228
24. .  
 [ ] / . , . , . - . //  
 , Elsevier Science. - , 2019. - :  
<http://www.isir.upmc.fr/files/2005ACLI465.pdf>
25. . GPS / INS / Vision  
 / . , . , . , .J. ,  
 . //- ,  
 . XXXVII.  
 1. , 20  
 21, .963-970.
26. Fleet DJ / DJ Fleet, Y. //  
 , : ; [ N. , . , . ] . - , 2022. 239-258
27. .  
 GPS / . , . , .

21. - 7332. SPIE XI; [ .. . . ] - : SPIE, 20
28. . O. / . O. , . E. // - : , 2019. -271-272
29. . . / . O. , . E. // ' . . , 2020. - 15. - 11/15
30. . . ' //.. . // . - : " ", 2020. - 19. -174- 182. 0203-3771
31. Intel Core 2 Duo E6300 [tronni res]: [http://ark.intel.com/products/27248/Intel-Core2-Duo-Processor-E6300-2M-Cache1\\_86-GHz-1066-MHz-FSB](http://ark.intel.com/products/27248/Intel-Core2-Duo-Processor-E6300-2M-Cache1_86-GHz-1066-MHz-FSB)
32. Matlab [ ] // : [http://www.vision.caltech.edu/bouguetj/calib\\_doc/index.html#links](http://www.vision.caltech.edu/bouguetj/calib_doc/index.html#links)
33. Intel Core 2 Duo E6750 [http://ark.intel.com/products/30784/Intel-Core2-Duo-Processor-E6750-4M-Cache2\\_66-GHz-1333-MHz-FSB](http://ark.intel.com/products/30784/Intel-Core2-Duo-Processor-E6750-4M-Cache2_66-GHz-1333-MHz-FSB)
34. MatLab R2013B // : [http://se.mathworks.com/index.html.s\\_tid=gn\\_logo](http://se.mathworks.com/index.html.s_tid=gn_logo)
35. : / " ". 0106-002395- , 20 20. - 108 .

36. [1]. - & , 2021. - 16(4). -109-114
37. //.. " ", 2021. - 8. - : 0203-3771.
38. [ egtronnia / // Ieee 2.
39. ADIS16405 [ ] / / : <http://www.analog.com/en/products/sensors/isensor-mems-inertial-measurementunits/adis16405.html#product-samplebuy>
40. LEA - 6 u-blox6GPS [ ] // : <https://u-blox.com/en/gps-modules/pvt-modules/previous-generations/lea-6-family.html>
41. . A. / .A. , . V. , . V. / / : . , 2019. 372
42. ' . - . : , 2020. 422
43. . N. / . N. , . P. // . : , 2019. - 280
44. / . // . : , 2021. 541
45. / . // . : , 2019. 167

46. . V.  
I-  
/ .V. , . . , . V. // ,  
. - 2019. - 3. ... 233-236
47. . D. , - , / .  
D. // .: , 2020.  
744
48. . / . A.  
// .: - , 2020. 270
49. . . -  
/ . . , . . . . //
- . 25-27 , 2019. - 2021. - . 73-79.
50. . . GPS / INS.  
/ . E. , . T. //
- 207, 2019 .
51. . M.  
. - . : , 2020, 502 .
52. . M. -  
. - .: , 2020.
53. . A. - . - .: 2021.  
282
54. . . - . - .: .  
. . , 2019. 336
55. A. " - " , .  
, 2020 . .

56. . - .: . , 2019. 598
57. . . . : ' , 2019.
58. . F. " "
- 20202/6/10.
59. . N. . . , . A.- .: , 2021.
60. . . . " " - .: , , 2020.
61. . . " " . - , , 2020.222 .
62. ' . . ' . M. . - .: , 2019.236 .
63. . . ' . / , ' . - 2019.- 3(49).- . 33-38. doi: 10.26906/SUNZ.2018.3.03
64. . . . 2020. No 3 (110). . 71-76. DOI: 10.37128/2520-6168-2020-3-7