

## Nəticə

Nəticə olaraq, robototexnika - sənaye və səhiyyədən tutmuş gündəlik işlərimizə və qarşılıqlı əlaqələrimizə qədər həyatımızın müxtəlif aspektlərində inqilab etmək potensialına malik sürətlə inkişaf edən bir sahədir. Tədqiq etdiyimiz kimi, robototexnikanın təkamülü əhəmiyyətli mərhələlər və texnoloji yeniliklər, o cümlədən əməkdaşlıq edən robotlar, yumşaq robototexnika, süni intellekt inkişafı və insan-robot qarşılıqlı əlaqələrinin təkmilləşdirilməsi ilə yadda qalmışdır. Müxtəlif sənaye sahələrində çoxsaylı tətbiqlərlə robotlar getdikcə müasir dünyamızın vacib hissəsinə çevrilir. Da Vinci Cərrahiyyə Sistemi, Boston Dynamics-in Spot və Zipline-in tibbi çatdırılma dronları kimi uğur hekayələri global problemləri həll etmək və həyatı yaxşılaşdırmaq üçün robototexnikanın transformativ potensialını nümayiş etdirir. Robot texnikasının faydalarının məsuliyyətli və ədalətli şəkildə həyata keçirilməsini təmin etmək üçün iş yerini dəyişdirmə, məlumatların məxfiliyi, SI qərəzliyi və kibertəhlükəsizlik kimi məsələlər diqqətlə həll edilməlidir. İrəliyə baxsaq, insan-robot əməkdaşlığının artması, səhiyyədə robototexnikanın genişlənməsi, yeni tətbiqlərin ortaya çıxması, məsuliyyətli innovasiyaya daha çox diqqət yetirməklə, bu sahədə çoxsaylı maraqlı tendensiyalar və inkişafı gözləyə bilərik. Süni intellekt, maşın öyrənməsi və insan-robot qarşılıqlı əlaqəsi sahəsində irəliləyişlər robotların gələcəyini idarə etməyə davam edəcək, robotları daha ağıllı, uyğunlaşa bilən və həyatımıza inteqrasiya edəcəkdir. Robot texnikasının gələcəyini qəbul etdiyimiz üçün düşünülmüş müzakirələrdə iştirak etmək, məsuliyyətli innovasiyaları təşviq etmək və bu texnologiyalardan etik və davamlı istifadəni təşviq edən siyasət və qaydalar hazırlamaq çox vacibdir. Bununla biz robot texnikasının potensialından dünyamızın yaxşılaşdırılması, nəticədə səmərəliliyin artırılması, mürəkkəb problemlərin həlli və hər yerdə insanların həyatına müsbət təsir göstərməsi üçün istifadə olunmasını təmin edə bilərik.

## Ədəbiyyat

- [1] <https://az.wikipedia.org/wiki/Robototexnika>
- [2] <https://www.genesis-systems.com/blog/robots-automotive-manufacturing-top-6-applications>
- [3] Краснова С.А. Блочный синтез систем управления роботами-манипуляторами в условиях неопределенности / С.А. Краснова, В.А. Уткин, А.В. Уткин. - М.: Ленанд, 2019. 208 стр.
- [4] Каляев И.А. Однородные нейроразподобные структуры в системах выбора действий интеллектуальных роботов / И.А. Каляев, А.Р. Гайдук. - М.: Янус-К, 2015. 280 стр.
- [5] Попов Е.П., Верещагин А.Ф., Зенкевич С.Л. Манипуляционные роботы: динамика и алгоритмы. – М.: Наука, 2018. 400 стр.
- [6] Тимофеев А.В. Роботы и искусственный интеллект / А.В. Тимофеев. - М.: Наука, 2016. 192 стр.

## SCHEMO-TECHNICAL SOLUTIONS FOR DESIGNING NATIONAL FLIGHT CARDS FOR UAVS

**A.E.Sahibcanov, M.Q.Azizullayev**  
**National Aerospace Agency, Baku, Azerbaijan**  
**National Aviation Academy, Baku, Azerbaijan**

## Abstract

The control system based on the STM32 microcontroller is analyzed in detail on the specific example presented in the article. In this system, the integration of components such as IMU, GPS module, barometer and magnetometer is explained. Aspects such as system architecture and control implementation, PID controller, and sensor data fusion are emphasized. Real-time flight path optimization with machine learning algorithm and ability to adapt to environmental information is explained. General information about unmanned aerial vehicles is given, the main features and

parameters of STM32F405 and STM32F722 flight control cards are shown. The basic principles of designing national flight cards used for reconnaissance UAV were reviewed. In addition, the analysis and research of the applied control systems of unmanned aerial vehicles (UAVs) is discussed. Basic components of control systems, sensor integration and flight control algorithms are explored.

**Keywords:** UAV, MAMBA, ESC, EASYEDA, STM32, PID, UART, USART, SPI, I2C, ADC, DAC.

### **Introduction.**

Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) are devices that can perform a wide variety of tasks autonomously or remotely. UAVs are widely used in fields such as aerial photography, agriculture, and surveillance and search and rescue missions. UAVs become a powerful auxiliary factor for commanders in making decisions about launching combat operations, they are constantly developing and improving, and are widely used in modern wars as both reconnaissance and strike tools. The above require a careful and detailed analysis of all aspects of their application. The analysis of the development directions of the forms and methods of military operations shows that unmanned aviation is now viewed as a highly effective tool capable of solving a wide range of combat tasks [1]. It is assumed that in the near future, UAVs will be able to detect the location of air defense means, their silencing and destruction, obtain the exact coordinates of fortified enemy positions, as well as launch and direct missile and bomb strikes on detected objects. will take over. The analysis of modern wars once again confirms that the widespread use of UAV allows units to significantly reduce manpower losses, as well as to have an advantage over the enemy both in terms of strength and morale-psychological condition [4].

In our country and around the world, the use of UAVs for military, civilian and professional purposes, as well as for scientific purposes, is growing rapidly. Therefore, it is known that the application of this issue for military and civilian purposes will be more on the agenda in the coming years. UAV manufacturers are not limited by any standards yet. As a result, today there are no restrictions by air traffic controllers on what equipment can be equipped with what[8].

The use of UAVs for military purposes made military operations more effective. It is divided into different categories based on operating time, impact environment and other factors. UAVs are used by police organizations in some countries for security purposes. It can also be used in borderlands, underwater environments, and difficult terrains such as mountains or deserts. In our article, the issue of designing national flight cards for reconnaissance UAV was considered.

Main part. Flight cards used in unmanned aerial vehicles (UAVs) are one of the main components that control the flight of the UAV. These cards collect data from various parts of the UAV, making the flight stable and safe. Flight cards receive data from various sensors (gyroscope, accelerometer, barometer, GPS, etc.), adjust the signals sent to the motors and control the movements of the UAV. The main functions and features of flight cards are as follows:

**Control and Stability:** Flight cards collect data from sensors such as gyroscope and accelerometer and convert analog signals into digital signals to ensure stable and correct flight of the UAV. Through PID (Proportional-Integral-Derivative) controllers, it regulates and stabilizes the movements of the PUA.

**Data Reception and Processing:** Flight cards receive data from GPS, barometer, compass and other sensors and use this data during flight. The data is collected and sent to the remote control station by means of telemetry modules.

**Motor Control:** The signals sent to the motors through ESC (Electric Speed Controller) are kept under control. ESC controls the direction and speed of the UAV by adjusting the speed of the motors[3].

**Remote Control and Autonomous Modes:** The flight card receives signals from controllers and provides manual control of the UAV. Executes predefined flight plans or missions for autonomous modes. Popular examples of various flight cards include STM32F405, STM32F722, Pixhawk, DJI, Naza and other popular platforms. These cards are selected and configured according to the requirements of different users and the type of PUA.

STM32 microprocessors are a family of microprocessors manufactured by STMicroelectronics and based on ARM Cortex-M series cores. These microprocessors are widely used in drones, industrial, automotive, home electronics, and various other applications. STM32 microprocessors are known for high performance, low power consumption and many integrated peripheral modules. STM32 microprocessors are versatile and widely used in drones. The STM32F405 and STM32F722 microprocessors are new generation high-performance members of the STM32 family[2]. STM32F405 microprocessors are equipped with an ARM Cortex-M4 core and are designed for high-performance applications. Table 1 shows the parameters and characteristics of STM32F405 microprocessors. STM32F722 microprocessors are equipped with an ARM Cortex-M7 core and offer higher performance and more advanced features, and the main features are shown in table 2[5].

**Table 1. Basic parameters and peripheral modules of the STM32F405 microprocessor**

Core	ARM Cortex-M4
<b>Clock Frequency</b>	Maximum 168 MHz
<b>FLASH Memory</b>	1 MB
<b>RAM</b>	192 KB- SRAM
<b>DMA</b>	16 kanal Direct Memory Access (DMA)
<b>ADC</b>	3x 12-bit ADC, 24 channel
<b>DAC</b>	2x 12-bit DAC
<b>UART</b>	6x USART/UART
<b>SPI</b>	3x SPI
<b>I2C</b>	3x I2C

**Table 2. Basic parameters and peripheral modules of the STM32F722 microprocessor**

Core	ARM Cortex-M7
<b>Clock Frequency</b>	Maximum 216 MHz
<b>FLASH Memory</b>	512 KB- 2 MB
<b>RAM</b>	256 KB SRAM
<b>ADC</b>	3x 12-bit ADC, 24 channel
<b>DAC</b>	2x 12-bit DAC
<b>UART</b>	8x USART/UART
<b>SPI</b>	6x SPI
<b>I2C</b>	4x I2C

The STM32F722 has a higher clock frequency (216 MHz) and an ARM Cortex-M7 core, which gives it higher performance than the STM32F405. Also STM32F722 offers larger FLASH and RAM memory options and has more UART and SPI interfaces. Both microprocessors are high-performance, multi-functional and suitable for use in unmanned aerial vehicles [6].

**Fields of application and prospects of national flight cards in UAVs.** The design of national flight cards for quadcopters and fixed-wing UAVs offers great prospects for the development of modern aviation. UAVs are used for a number of important applications in the military, civil, industrial and research fields. Some key considerations regarding the prospects for developing national flight controls for UAVs are as follows:

- **Security:** Quadcopters and fixed-wing UAVs can be adapted for use in security operations. They offer great potential, especially in areas such as border security, rescue operations and firefighting. It provides great perspective for potential application in many fields. This leads to a

number of reasons for the development and use of national or domestic air traffic control systems[7].

- **Reconnaissance:** Quadcopters and fixed-wing UAVs can be used for reconnaissance operations. Autonomous flight technologies and national flight control systems enable more effective reconnaissance operations in the regions.
- **Network:** The possibility of creating a communication network through kamikaze and reconnaissance UAVs[3].
- **Software:** The software must be completely national and developed by national personnel.
- **Universality:** Compared to analogues, the location of a number of sensors on one card.
- **Volume:** Very little overall dimensions and weight.
- **Economic efficiency:** A national flight controller costs less according to real market economy, etc.
- Based on the considerations listed above, a national flight controller was designed using Multisim 14.0, EasyEDA, AltiumDesigner programs (Figure 1), and the national software was written accordingly.

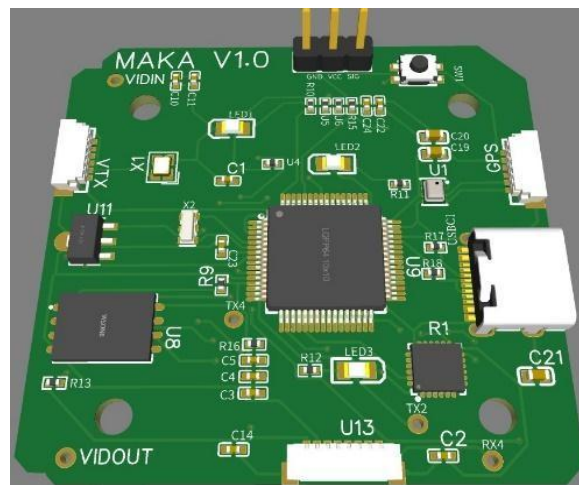


Figure 1. 3D representation of national flight controls measuring 4x4 cm

A typical UAV control system consists of several key components that work together to provide stable and efficient flight. These components are:

- **Flight Controller:** The flight controller is the brain of the UAV, processing data from various sensors and executing commands to stabilize and control the flight[9].
- **Sensors:** Inertial Measurement Units (IMUs): IMUs, including accelerometers and gyroscopes, measure the orientation and acceleration of the UAV and provide critical information for flight stabilization.
- **GPS Module:** GPS module provides accurate positioning data, enables autonomous navigation and tracking[10].
- **Barometer:** The barometer estimates the altitude of the UAV by measuring the atmospheric pressure.
- **Magnetometer:** The magnetometer determines the direction of the UAV by measuring the Earth's magnetic field.
- **Actuators:** These are the motors and servos that control the movement and orientation of the UAV.

- **Communication Systems:** UAVs use various communication systems, such as radio transmitters and receivers, for remote control and data transmission[10].
- **Control System Applied in UAV:** The presented example describes a UAV control system with flight controller based on STM32 microcontroller. In this system, IMU, GPS module, barometer and magnetometer are integrated. Figure 2 below presents the block diagram developed by us in EasyEDA program of IMU.

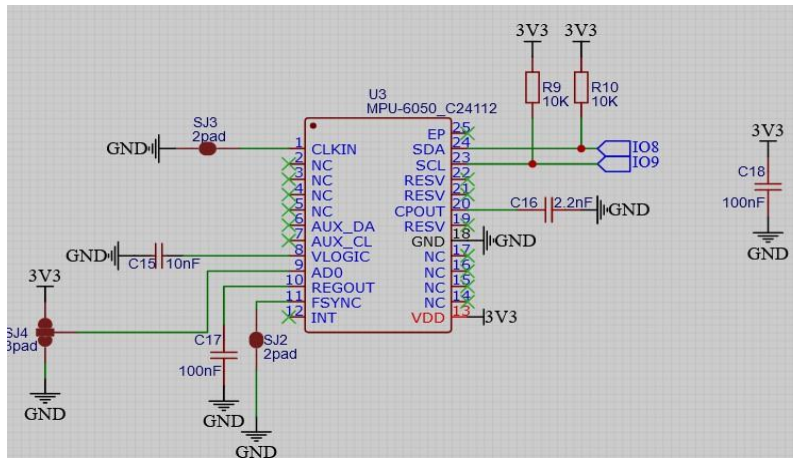


Figure 2. Electric circuit developed in EasyEDA program of IMU

**System Architecture:** The UAV's control system architecture includes an STM32 microcontroller that processes sensor data and executes control algorithms. The IMU provides orientation data, the GPS module provides positioning data, the barometer estimates altitude, and the magnetometer determines direction[9].

## Conclusion

The designed national flight card provides a highly functional and reliable system with the combination of components such as STM32F722 microprocessor, barometer, MPU6050 and GPS module. Each of these components supports the basic functions of the flight card and ensures the successful execution of the project. The power and performance of the STM32F722 microprocessor, together with the barometer and MPU6050, ensure accurate flight control. The video streaming function through the OSD (On-Screen Display) chip enables real-time data monitoring during flight. The GPS module provides accurate positioning and route tracking. This project is both technologically and functionally advanced and offers a suitable solution for modern flight systems. This flight card is an important step in the field of flight control systems, can be used in various applications and provides high accuracy, reliability and performance.

## Literature.

- [1] [https://en.wikipedia.org/wiki/Unmanned\\_aerial\\_vehicle](https://en.wikipedia.org/wiki/Unmanned_aerial_vehicle)
- [2] <https://www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors/stm32-32-bit-arm-cortex-mcus.html>
- [3] Карташов, В.М. Особенности обнаружения и распознавания малых беспилотных летательных аппаратов // Радиотехника, – 2018. №195, – с. 9.
- [4] Həşimov, E.Q. Xudeynatov, E. Pilotsuz uçuş aparatlarının inkişaf tendensiyası və müasir müharibələrdə tətbiqi məsələləri. // The proceedings of the international scientific-practical conference dedicated to the anniversary of the victory achieved in the 44-day patriotic war. October 21– 22, –2021. –s. 36-38.

- [5] Филин, Е.Д., Киричек, Р.В. Методы обнаружения малоразмерных беспилотных летательных аппаратов на основе анализа электромагнитного спектра. Информационные технологии и телекоммуникации СПбГУТ, – 2018, том 6, № 2. – с. 87-93.
- [6] Макаренко, С.И. Анализ средств и способов противодействия беспилотным летательным аппаратам. Функциональное поражение сверхвысокочастотными и лазерным излучением // – Санкт-Петербург: Системы управления, связи и безопасности, – 2020. № 3, – с. 122-157.
- [7] Макаренко, С.И. Информационное противоборство и радиоэлектронная борьба в сетцентрических войнах начала XXI века. Монография. / С.И.Макаренко. – Санкт-Петербург: Научные технологии, – 2017. – 546 с.
- [8] Степан Мазур. Начало заката эры беспилотных летательных аппаратов: [Elektron resurs] / URL:[http://vpk.name/news/124839\\_2015\\_nachalo\\_zakata\\_eryi\\_bespilotnyih\\_letatelnyih\\_apparatov.html](http://vpk.name/news/124839_2015_nachalo_zakata_eryi_bespilotnyih_letatelnyih_apparatov.html).
- [9] Genç, Y.M., Erciyes, E. İnsansız Hava Araçları. Tehditleri ve Güvenlik Yönetimi. // Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi, – 2020. №2(2), – s. 36-42.
- [10] Həşimov, E.Q., Xudəynatov, E.K. Müasir müharibələrdə PUA sistemlərinin tətbiqi effektivliyinin qiymətləndirilməsi // – Bakı: Hərbi bilik, – 2022, №1. – s.11-17.

## **YAŞIL TEXNOLOGİYA ƏSASLI DAVAMLI VƏ YAŞIL HƏYAT KONSEPSİYASI**

**Rəhimova N. Ə., Abdullayev V. H., Abuzərova V. Ə.**  
**Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı**

### **Xülasə**

Müasir yaşayış texnologiya ilə vəhdət halında inkişaf edir. Keçmişə nəzərən yaşayış tərz, insanlar, buna uyğun olaraq ətraf mühit də dəyişməyə başlamışdır. Dəyişən müddət ərzində, xüsusilə yaxın keçmişdə insanlar təbiətlə aralarındakı münasibəti dəyişdirməyə qadir olmuşdur. Lakin bu proses, xüsusilə təbiətə zərər vermişdir. Təbii ki, bu zərər bir tərəfli deyildir. Sənaye inqilabının başlaması ilə insanın təbiətə verdiyi zərər daha da artmağa başlamışdır. Digər tərəfdən, artıq müasir dövr insanların “təbiəti qorumaq” istiqamətində fərdi şüur inkişaf etməyə başlamışdır. Və bu da özünü texnologiyanın inkişafında da göstərməyə başlamışdır. Müasir dövrdə texnologiyalar “Ətraf-mühit dostu” olaraq inkişaf etdirilməyə və tətbiq edilməyə başlanmışdır. Bu digər adı ilə “Yaşıl texnologiyalar” olaraq həyatımıza daxil olmuşdur. Və yaşıl texnologiyalar “yaşıl və davamlı” bir həyatın əsas hissələrindən birinə çevrilmişdir. Məqalədə, texnologiyaların yaşıl texnologiyaya çevrilməsi ilə birlikdə onların yaşıl və davamlı həyata verdikləri töhfələr, yaşıl və davamlı həyatın əsasları, davamlı inkişaf və yaşıl texnologiyaların davamlı və yaşıl həyat üçün nə dərəcədə önəmli olduqları qeyd edilmişdir. Mövcud infrastruktur üzərində müəyyən dəyişiklərin aparılması ilə daha davamlı bir həyat əldə etmək və gələcək nəsillərə daha sağlam bir təbiət miras qoymaq bugünkü bəşəriyyətin əsas vəzifələrindən və borclarından biridir.

**Açar sözlər:** Yaşıl Texnologiya, Davamlı Həyat, Yaşıl Həyat, Davamlılıq, Davamlı İnkişaf, Texnologiya Giriş

Bəşəriyyətin gələcəyi üçün əsas addımlardan biri daha təmiz, həyat keyfiyyətinin daha yüksək olduğu, həm insanların həm də təbiətin birgə qarşılıqlı amma zərərsiz təsirinin həyata keçirilməsidir. Burada, əsas açar sözlərdən biri “davamlılıq”dır. Davamlılığın təmin edilməsində əsas köməkçi vasitələrdən biri də texnologiyalardır. Xüsusilə, ağıllı texnologiyalar bəşəriyyətə təbiətin resurslarından səmərəli istifadə etməyə kömək edir. Digər sözlə, ağıllı texnologiyalar da bu prosesə uyğunlaşır. Bugün bu cür texnologiyalar “təbiət dostu” kimi tanınır və burada, əsasən Yaşıl Texnologiya terminindən istifadə