

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ

**Гекова Тетяна Володимирівна**

**Розробка мультифункціонального безпілотного  
літального апарату на базі композитних матеріалів**

Спеціальність 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Автореферат

Бакалаврської роботи

на здобуття кваліфікації бакалавра з автоматизації та комп'ютерно-  
інтегрованих технологій

Миколаїв – 2020

Робота виконана у Чорноморському національному університеті імені Петра  
Могили.

Керівник: Старший викладач  
кафедри автоматизації та комп'ютерно  
інтегрованих технологій  
Беліков Олександр Євгенович

Рецензент: Кандидат технічних наук, доцент  
кафедри інтелектуальних інформаційних  
систем  
Сіденко Євген Вікторович

Консультант: Доцент кафедри екології  
Щербак Юрій Георгійович

Захист відбудеться «22» червня 2020 р. о 10<sup>00</sup> год. на засіданні  
екзаменаційної комісії (ауд. 2-407) у Чорноморському національному  
університеті імені Петра Могили за адресою: 54003, м. Миколаїв, вул. 68-ми  
Десантників, 10.

З бакалаврською науковою роботою можна ознайомитися в бібліотеці  
Чорноморського національного університету імені Петра Могили за адресою:  
54003, м. Миколаїв, вул. 68-ми Десантників, 10.

Автореферат представлений «16» червня 2020 р.

Секретар  
екзаменаційної комісії,



## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність** враховуючи зростаючу потребу в безпілотних літаючих апаратах для народного господарства, військової сфери та наукових досліджень, вимоги до їх енергоефективності та динаміки постійно підвищуються. Задоволення цих потреб дозволить подовжити час польоту за рахунок економного споживання енергії акумулятора, підвищення швидкодії з мінімальним перерегулюванням.

**Метою** даної роботи є розробка БПЛА з урахуванням мінімізації ваги, збільшення міцності і зручності розширення використовуваного бортового обладнання.

Для досягнення мети в бакалаврській роботі поставленні та вирішенні наступні **задачі**:

1. Проаналізувати існуючі конструкції БПЛА з урахуванням їх габаритів, використаних матеріалів, здатності до розширення використовуваного бортового обладнання. Розглянути конкурентні рішення, патенти та корисні моделі.
2. Розробити функціональну схему.
3. Розробити алгоритм роботи.
4. Розробити електричну принципу схему.
5. Розробити 3D модель конструкції квадрокоптера в середовищі системи автоматизованого проектування Onshape.
6. Дослідити можливість виготовлення композитних матеріалів за допомогою адитивних технологій.

**Об'єктом** даної роботи є безпілотні літальні апарати.

**Предметом** даної роботи є технологія виготовлення корпусу безпілотного літального апарату.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** подано обґрунтування актуальності теми кваліфікаційної роботи бакалавра, сформульовано мету та завдання дослідження, вказано практичне значення одержаних результатів.

У **першому розділі** бакалаврської роботи, було наведено загальні відомості про БПЛА, їх історію та призначення. Також проведений огляд існуючих різновидів безпілотників, розглянуто класифікацію. Сформульовано задачі досліджень дипломної роботи.

У **другому розділі** бакалаврської роботи, було проведено аналіз компонентів, які будуть використовуватись в БПЛА: мікроконтролер, двигуни, регулятори обертів та блок живлення.

Для даної системи було обрано польотний контролер ArduPilot Mega, основою якої є мікроконтролер ATmega32. Для приведення в рух системи зарядки було проаналізовано різні види електричних двигунів, і було обрано безщітковий двигун SUNNYSKY X2212 980KV II 2-4S та регулятор обертів безщіткових двигунів Emax Simonk 30A. Підібрано акумуляторну батарею Li-Po 11.1v 4200maH 30с ~ 35с.

З метою перевірки гіпотези стосовно можливості використання композитного матеріалу для проектування та виготовлення корпусу безпілотного літального засобу (квадрокоптера) була спроектована **функціональна схема** яка продемонстрована на рисунку (рисунок 1).

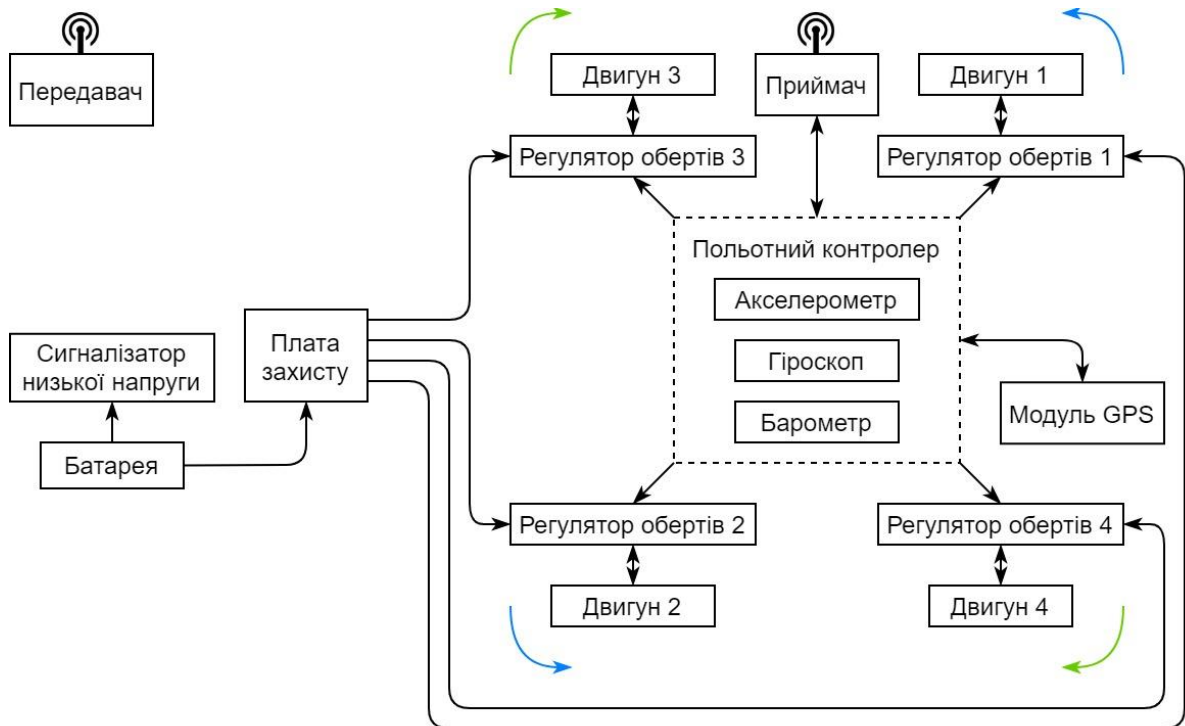


Рисунок 1. – Функціональна схема проектованого мультифункціонального безпілотного літального апарату

Як видно на рисунку 2.1 мінімальна кількість функціональних блоків для забезпечення польоту даного апарату складається з:

- Польотний контролер – електронний пристрій, що управляє польотом літального апарату.
- Набір датчиків що входять до складу польотного контролера (Барометр, Акселерометр, Гіроскоп).
- Регулятор обертів – (англ. ESC, Electronic Speed Controller) - пристрій для керування обертами електродвигуна, що застосовується на моделях з електричною силовою установкою.
- Двигун (вентильний електродвигун) – тип синхронної машини, реалізований в замкнутій системі з використанням датчика положення ротора, системи керування (перетворювача координат) і силового напівпровідникового перетворювача.
- Приймач – електронний пристрій, що підключається до польотного контролера та передає на нього команди від пульта керування.
- Передавач – частина пульта керування яка відповідає за передавання команд від пульта до безпілотного літального пристрою.

– Плата захисту – електронний пристрій, який відповідає за живлення електронних блоків безпілотного літального пристрою та захист батареї від перезарядів та перерозрядів.

– Сигналізатор низької напруги – електронний пристрій, який відслідковує напругу на батареях та сигналізує про критичний стан батареї.

– Батарея – (англ. lithium-ion polymer batteries, lithium polymer batteries, скор. Li-Pol, Li-poly, LiPo, LIP) — один із запропонованих типів літєвих електричних акумуляторів із категорії вторинних електричних батарей, який відрізняється від звичайного літій-іонного акумулятора лише типом електроліту, що використовується при їх виготовленні.

– GPS модуль – (англ. GPS tracker; також GSM-GPS-трекер, GPS-маяк, GPS-тремінал) — приймально-передавальний пристрій, призначений для дистанційного стеження за положенням мобільного об'єкта.

Безпілотний літальний апарат побудований на базі багатофункціональної платформи Ardupilot має багато варіантів алгоритму роботи в залежності від багатьох змінних. Тому розробка алгоритму, який би враховував більшість можливих варіантів поведінки вбачається важко реалізованою.

Однак, був розроблений **алгоритм роботи**, який описує роботу безпілотного апарату за однією з можливих програм.

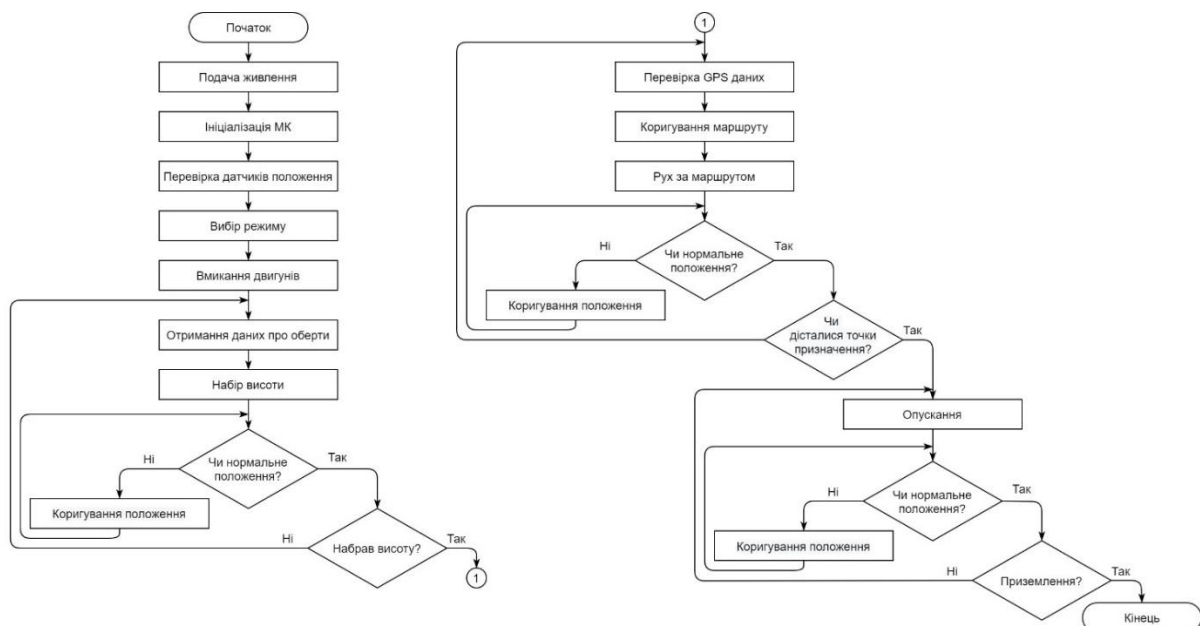


Рисунок 2. – Алгоритм роботи безпілотного літального апарату за однією з обраних програм .

На основі розробленої функціональної схеми та вибору функціональних блоків пропонується наступні електричні принципові схеми основних електронних елементів.

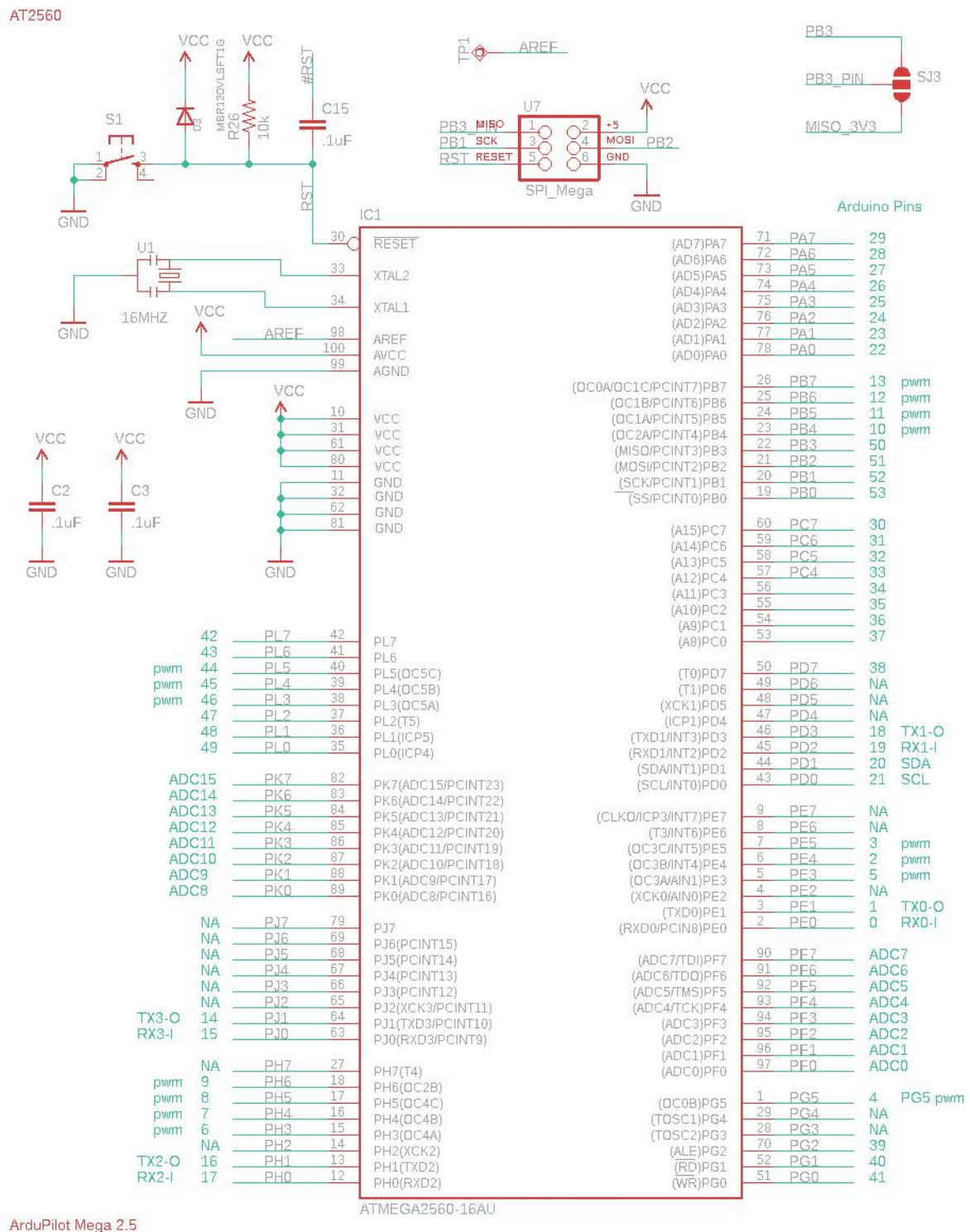


Рисунок 3 – Схема електрична принципова основного контролера, його підключень та обв'язки.



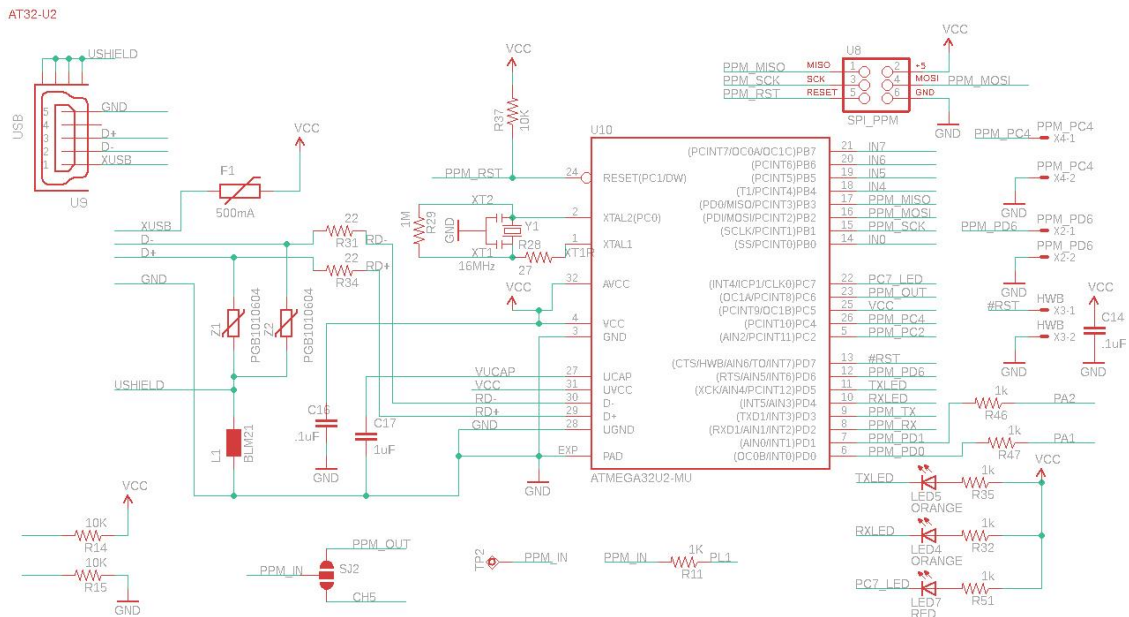


Рисунок 4 – Схема електрична принципова мікроконтролера ATmega32.

З електрично принциповими схемами інших компонентів можливо ознайомитися у пояснювальній записці.

З метою перевірки гіпотези автоматизації процесу виготовлення корпусу квадрокоптера з додаванням армуючого матеріалу була розроблена 3D модель корпусу та основних елементів літального апарату. Розробка моделей виконувалась в хмарному програмному продукті Onshape за студентською ліцензією.

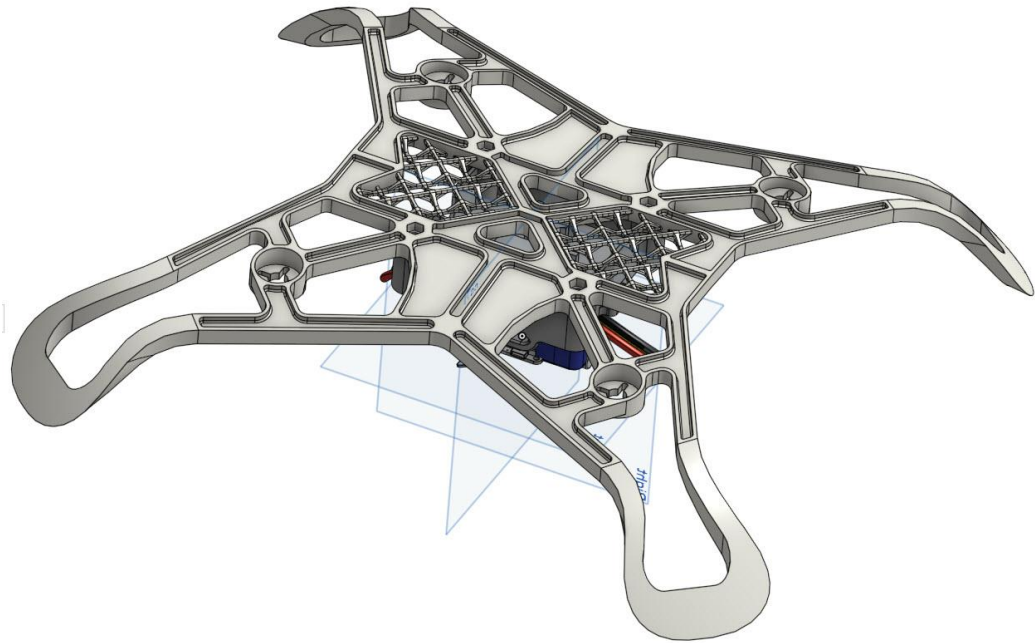


Рисунок 5 – Зовнішній вигляд рами квадрокоптера (без двигунів).

Також було розглянуто техніку безпеки: питання гігієни праці та виробничої санітарії в конструкторській діяльності, вимоги до організації робочих місць під час виконання роботи сидячи. Було проведено розрахунок штучного освітлення в лабораторії адитивних технологій та 3D друку.

## ВИСНОВКИ

1. Вдалося стабілізувати систему, тим самим покращити маневреність, та ефективно керування мультифункціонального безпілотного літального апарату, та.
2. Вдалося виключити ризик раптового розрядження акумуляторної батареї впровадженням в функціональну схему, та електричну схему сигналізацію низького заряду акумуляторної батареї
3. Дослідити та виготовити корпус квадрокоптера, міцність композиту якого на розтягнення - приблизно не менше міцності базового пластика на стискання.
4. Вдалося при застосуванні новітньої електроніки зменшити вагу (масу) мультифункціонального безпілотного літального апарату.

## АНОТАЦІЯ

Гекова Т.В. Розробка мультифункціонального безпілотного літального апарату на базі композитних матеріалів. – Кваліфікована робота бакалавра зі спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно інтегровані технології на здобуття кваліфікації «бакалавра з автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій». – Чорноморський національний університет імені Петра Могили, 2020.

Дрони належать до класу літальних апаратів, відомих як безпілотні літальні апарати (БПЛА). Мультикоптер - це більш загальний термін БПЛА, що охоплює не тільки квадрокоптери, а й трикоптери, гексакоптер, октокоптери та всі інші форми роторних суден з більш ніж двома роторами.

Мультикоптер - це механічно простий повітряний апарат, рух якого регулюється прискоренням або уповільненням декількох двигунів, розміщених в одній площині, що обертаються діагонально в протилежних напрямках.

Пояснювальна записка бакалаврської роботи складається зі вступу, трьох У вступі подано обґрунтування актуальності теми кваліфікаційної роботи бакалавра, сформульовано мету та завдання дослідження, вказано практичне значення одержаних результатів. У першому розділі бакалаврської роботи, було наведено загальні відомості про БПЛА, їх історію та призначення. Також проведений огляд існуючих різновидів безпілотників, розглянуто класифікацію. Сформульовано задачі досліджень дипломної роботи. У другому розділі бакалаврської роботи, було проведено аналіз компонентів, які будуть використовуватись в БПЛА: мікроконтролер, двигуни, регулятори обертів та блок живлення. У третьому розділі було розглянуто техніку безпеки: питання гігієни праці та виробничої санітарії в конструкторській діяльності, вимоги до організації робочих місць під час виконання роботи сидячи. Було проведено розрахунок штучного освітлення в лабораторії адитивних технологій та 3D друку

Загальна кількість сторінок бакалаврської роботи 114с, 40 рис. та 76 джерел посилання.

## ABSTRACT

Gekova T.V. Development of a multifunctional unmanned aerial vehicle based on composite materials. - Qualified work of a bachelor in the specialty 151 Automation and computer-integrated technologies for the qualification of "bachelor in automation and computer-integrated technologies". - Petro Mohyla Black Sea National University, 2020.

Drones belong to a class of aircraft known as unmanned aerial vehicles (UAVs). Multicopter is a more general term UAV, which includes not only quadcopters, but also tricopters, hexacopters, octocopters and all other forms of rotary vessels with more than two rotors.

A multicopter is a mechanically simple aircraft whose motion is regulated by the acceleration or deceleration of several engines placed in one plane, rotating diagonally in opposite directions.

The explanatory note of the bachelor's thesis consists of an introduction, three In the introduction the substantiation of urgency of a theme of qualifying work of the bachelor is given, the purpose and tasks of research are formulated, practical value of the received results is specified. In the first section of the bachelor's thesis, general information about UAVs, their history and purpose was given. A review of existing types of drones was also conducted, and classification was considered. The tasks of research of the diploma work are formulated. In the second section of the bachelor's thesis, an analysis of the components that will be used in the UAV: a microcontroller, motors, speed controllers and power supply. In the third section safety measures were considered: issues of occupational health and industrial sanitation in design activities, requirements for the organization of workplaces during the work while sitting. The calculation of artificial lighting in the laboratory of additive technologies and 3D printing was performed

The total number of pages of the bachelor's thesis 114c, 40 img. and 76 reference sources.