

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ

Осіпов В'ячеслав Юрійович

УДК 004.925.5

GPS-ТРЕКІНГ БЕЗПЛОТНИМ ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТОМ

Спеціальність 123 – Комп'ютерна інженерія

Автореферат

Бакалаврської роботи

на здобуття кваліфікації бакалавра з комп'ютерної інженерії

Миколаїв – 2020

Робота виконана у Чорноморському національному університеті ім. Петра Могили.

Науковий керівник: канд. фіз.-мат. наук, доцент
Дворник Ольга Василівна,
ЧНУ ім. Петра Могили,
доцент кафедри комп'ютерної інженерії

Рецензент: канд. пед. наук, доцент
Болюбаш Надія Миколаївна,
ЧНУ ім. Петра Могили,
доцент кафедри інтелектуальних
інформаційних систем

Консультант: старший викладач
Алексєєва Анна Олександрівна,
ЧНУ ім. Петра Могили,
старший викладач кафедри екології
Медичного інституту

Захист відбудеться «23» червня 2020 р. о 12³⁰ на засіданні
Екзаменаційної комісії в ЧНУ ім. Петра Могили, ауд.

З бакалаврською роботою можна ознайомитись на сайті ЧНУ ім. Петра
Могили за посиланням <http://chmnu.edu.ua>

Автореферат оприлюднений «19» червня 2020 р.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) стало повсякденною справою. Даний факт призводить до необхідності оновлення та вдосконалення обладнання безпілотних апаратів. Як і більшість сучасного технічного обладнання безпілотники вперше були застосовані у військових цілях та продовжували довгий час використовуватись лише у цій сфері, що дозволяло у якості засобів трекінгу та навігації застосовувати радарні установки, радіохвилі і таке інше.

Зараз на передній план виходять БПЛА цивільного призначення, які використовуються у багатьох областях життя та діяльності людини: спостереження за дикою природою, різноманітні служби доставки, галузі сільського господарства, контроль стану нафтопроводів, моніторинг стану лісних масивів і таке інше.

Важливим чинником коректної роботи безпілотних літальних апаратів є навігація та відстеження (трекінг). Для поточного контролю польоту використовуються візуальні засоби або спеціалізовані технічні засоби навігації у комплексі з іншими засобами контролю (автопілотами). Нажаль дискретні засоби для трекінгу безпілотних літальних апаратів на ринку сучасних технологій відсутні.

Мета: розроблення дискретного модулю трекінгу безпілотних літальних апаратів на базі апаратної платформи та компонентів системи відслідковування положення.

Для досягнення мети необхідно вирішити ряд **завдань**:

- дослідження сучасного ринку БПЛА та їх складових;
- аналітичний огляд літератури та патентної інформації з питання трекінгу БПЛА;
- обґрунтування вибору модулю GSM/GPS, що підключається одним з доступних інтерфейсів;

– розроблення програмного забезпечення для керування модулем GSM/GPS;

– розроблення сервісу який буде приймати дані надіслані БПЛА, зберігати ці дані та відображати поточне місце положення на мапі.

Об’єкт: методи та технології відслідковування маршруту польоту безпілотних літальних апаратів

Предмет: програмно-апаратний модуль моніторингу та запису даних польоту безпілотних літальних апаратів на базі платформи Raspberry Pi та модулю GPS-навігації RoHS SIM808.

Практичне значення одержаних результатів: одержаних результатів полягає у створенні засобу трекінгу БПЛА, що має більшу точність ніж існуючі аналоги.

Структура та обсяг роботи. Бакалаврська робота складається з анотації на 2 сторінках, вступу, трьох розділів, висновків, переліку джерел посилання з 29 найменувань, 2 додатків,. Основна частина роботи становить 72 сторінках, серед яких 79 рис. та 1 табл.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** подано обґрунтування актуальності теми роботи бакалавра, сформульовано мету та завдання дослідження, вказано практичне значення одержаних результатів. Важливим чинником коректної роботи безпілотних літальних апаратів є навігація та відстеження (трекінг), як і більшість сучасного технічного обладнання безпілотники вперше були застосовані у військових цілях та продовжували довгий час використовуватись лише у цій сфері, що дозволяло у якості засобів трекінгу та навігації застосовувати радарні установки, радіохвилі та ін..

Розробка дискретного засобу трекінгу БПЛА дасть змогу не лише відслідковувати та корегувати політ, а також знаходити літальний апарат у разі виникнення аварії. Іншим важливим варіантом застосування системи трекінгу може бути синхронізація польоту кількох окремих БПЛА для спільної роботи.

Враховуючи напрями розвитку БПЛА та мікроконтролерів, що задіяні у якості засобу керування ними, можна створити окремий модуль та сервіс на основі модулю GSM/GPS. Такий модуль дасть змогу відслідковувати політ, зберігати маршрут, відображати поточне місце положення.

Зростання попиту на використання БПЛА у різних галузях людської діяльності та відсутність на ринку дискретних засобів трекінгу БПЛА, що могли б використовуватись з вже розробленими моделями, визначають актуальність теми даної бакалаврської роботи.

У **першому розділі** роботи бакалавра **«АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ»** Засоби керування БПЛА та основні способи управління безпілотними апаратами мають як переваги так і недоліки:

- САУ є складним у налаштуванні, керуванні та має високу вартість,
- пульти ДУ мають обмежену функціональність, а саме у більшості з них відсутня можливість роботи з трекінгом,
- мобільні телефони працюють лише з спеціалізованими моделями БПЛА.

Моніторинг положення БПЛА цивільного призначення має наступні не вирішені проблеми або недоліки: засоби трекінгу вбудовуються в спеціалізовані польотні контролери, що в свою чергу підключаються лише до БПЛА спеціалізованої конструкції та значно збільшують собівартість апаратного забезпечення.

Спосіб відслідковування БПЛА у просторі та часі, та візуалізація положення за допомогою застосунку на мобільному телефоні є оптимальним для рішення завдань користувачького рівня.

Порівняльний аналіз засобів візуалізації позиціонування виявив, що більшість систем використовують систему координат GPS для навігації, та потребують БПЛА спеціалізованої конструкції.

Наведено зразок інтерфейсу відображення поточного місця положення за допомогою засобів трекінгу БПЛА. Хоча засоби навігації відрізняються за

своїм характером (інерційні або з використанням GPS) вони виконують схожі функції: корегування польоту БПЛА, збереження історії польоту та поточний трекінг позиції ПБЛА. Для наглядного порівняння наведено таблицю 1.1.

Таблиця 1 – Порівняння сучасних засобів трекінгу у автопілотах

Характеристика	KESTREL	Stargate	Piccolo LT	MNAV
Наявність GPS навігації	Наявна	Наявна	Наявна	Наявна
Наявність інерціальної навігація	Наявна	Відсутня	Наявна	Наявна
Робоча висота (метрів)	-13÷3414	0÷5000	0÷5000	0÷5000
Наявність спеціалізованого інтерфейсу трекінгу	Наявний	Відсутня	Наявний	Відсутній
Можливість окремого використання трекінгу	Відсутня	Відсутня	Відсутня	Відсутня

За таблиці 1.1 можна побачити, що більшість систем автоматичного пілотування мають схожий функціонал, але відрізняються деякими характеристиками. Серед найбільш значних відмінностей робоча висота БПЛА, наявність інтерфейсу для трекінгу, наявність наземної станції навігації.

Однією з проблем сучасних БПЛА цивільного призначення втрата фізичного контакту з оператором та відхилення від курсу. Основний загальний недолік усіх розглянутих засобів – відсутність можливості окремого трекінгу та інтерфейсу користувача для регулювання польоту.

У другому розділі роботи бакалавра «**РОЗРОБКА АПАРАТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**» Проведено аналіз необхідного для реалізації трекінгу апаратного забезпечення. Розробка апаратного засобу трекінгу БПЛА вимагає дослідження сучасних основ БПЛА для визначення інтерфейсів підключення та передачі даних.

Найбільш популярними на ринку БПЛА є так звані комплекти для збірки, що по суті являються набором складових серед яких:

- рама – спеціальний каркас на який кріпляться інші складові;
- батареї – джерело живлення БПЛА;
- дроти для підключення усіх пристроїв;
- набір двигунів (кількість та тип залежить від типу БПЛА);
- регулятори для двигунів;
- гвинти для двигунів (пропелери);
- польотний контролер;
- засіб керування (пульт ДУ або застосунок для мобільного телефону);
- периферійне обладнання (відеокамери, датчики та ін).

Компонент, що відповідає за контроль усіх функцій БПЛА - польотний контролер, сам він відповідає за прийом сигналу з пульту ДУ та передачу сигналу керування на контролери двигунів. Саме польотний контролер регулює роботу периферійного обладнання тому необхідно дослідження актуальних рішень.

Проаналізовані засоби, що дозволяють отримувати поточне місцеположення у глобальних сітках координат. Наведено опис модулю, для організації передачі даних через мобільні мережі. Обрано комбінований пристрій для передачі даних та відстеження поточного місця положення - RoHS SIM808.

БПЛА мають обмеження ваги, що розміщена на його борту і на розмір компонентів, що можуть бути розміщені на рамі. Через ці обмеження роблять актуальним використання комбінованих пристроїв таких, як модуль RoHS SIM808. Цей модуль також підтримує можливість роботи з стандартами

GSM/GPRS 850/900/1800/1900МГц і отримувати поточних координати за допомогою систем GPS.

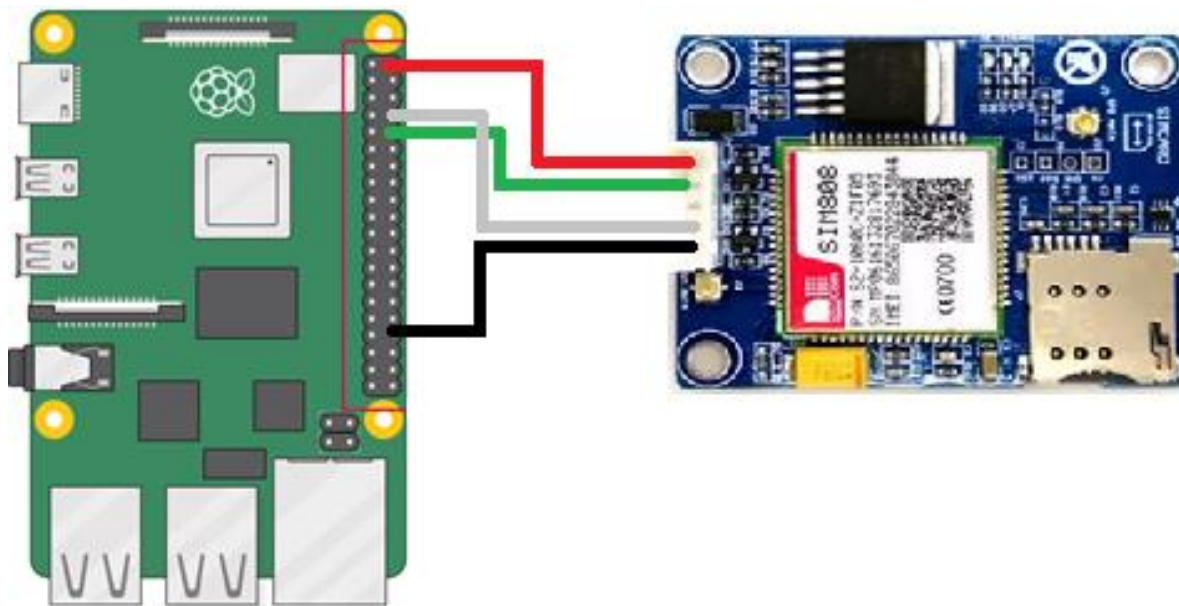


Рисунок 1 – Макетна схема підключення RoHS SIM808

У третьому розділі роботи бакалавра «**РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**» У даному розділі дипломної роботи було досліджено операційні системи, що підтримують можливість роботи з архітектурою ARM. Обрано Raspbian, що містить найбільшу кількість доступних репозиторіїв, доступних застосунків та оптимізована спеціально для роботи з одноплатними комп'ютерами на основі архітектури ARM.

На основі обраного обладнання налаштовано інтерфейси, а саме апаратний інтерфейс UART для роботи GPS модулю та SSH для віддаленого доступу. Налаштування проведені за допомогою будованої утиліти `raspi-config`.

Проведено аналіз доступних мов програмування, визначено їх переваги та недоліки: переносимість або її відсутність, можливість роботи з апаратними інтерфейсами, швидкодія та ін.. Обрано мову програмування Python, яка підтримує можливість роботи з GPIO, є інтерпритованою, що в свою чергу забезпечує переносимість, постійно оновлюється та працює з найсучаснішими технологіями. Представлено алгоритм роботи застосунку (рис. 2).

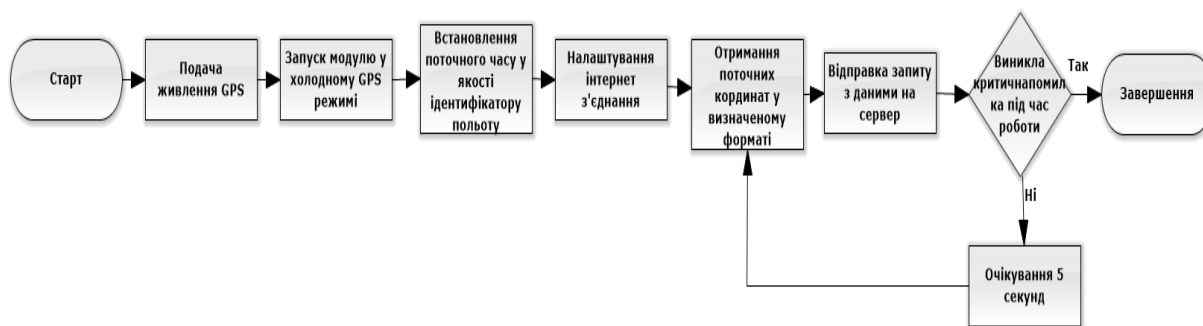


Рисунок 2 – Алгоритм роботи застосунку для Raspberry Pi

Обрано фреймворк для реалізації геоінформаційної системи Leaflet, що на відміну від аналогів має доступний безкоштовний сервер, який дозволяє динамічне оновлення мапи та зміна масштабу.

Розроблено програмне забезпечення для роботи сервісу зберігання даних трекінгу на основі мови Java та серверу GlassFish, що на відміну від аналогів не потребують встановлення додаткових компонентів для обробки WEB-запитів. Цей сервер підтримує можливість виконання WEB запитів, роботу з розміткою HTML та має засоби взаємодії з JavaScript. Особливість інструменту полягає у автономності, GlassFish не потребує наявності додаткових засобів. Основна мова взаємодії з сервером – Java. Для налаштування цей сервер має спеціалізований WEB інтерфейс, який дозволяє зміну адреси доступу, порту та ін.. WEB інтерфейс серверу також дозволяє керуванням запуском застосунків, моніторинг ресурсів та ін. Представлено структуру застосунку у вигляді діаграми класів (рис. 3).

У якості сховища даних обрано СКБД SQLite перевагою якого є відсутність стороннього сервісу обробки транзакцій. Відсутність цього компоненту значно зменшує кількість необхідних обчислювальних ресурсів для роботи розробленого застосунку.

Проведено тестовий запуск, що продемонстрував більшу точність ніж аналоги застосунків трекінгу на мобільні застосунки такі як sports-tracker.

Додатки містять лістинг коду алгоритму роботи засобу трекінгу.

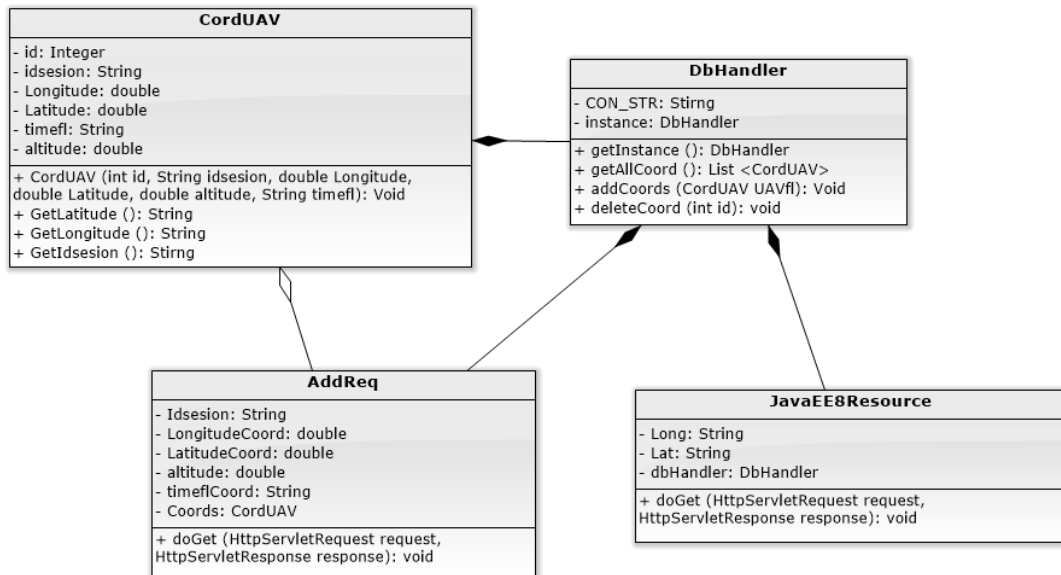


Рисунок 3 – Діаграма класів розробленого застосунку

Спеціальна частина «Охорона праці та безпека у аварійних ситуаціях» проведений аналіз факторів виробничого середовища у лабораторному приміщенні в навчальному закладі ЧНУ ім. Петра Могили, а також визначений вплив цих факторів на здоров'я та працездатність студентів. Слід зазначити, що навчальний заклад дотримується умов, що визначають оптимальну організацію робочого місця студента, що дозволяє зберігати максимальну працездатність протягом всього робочого. Розроблено інструктаж з техніки безпеки та правил поведінки при виникненні аварійної ситуації.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі досліджено класифікації сучасних безпілотних літальних апаратів. Проведено аналіз складових систем контролю БПЛА. Для виконання дипломної роботи розглянуто САУ, а саме складові, що відповідають за визначення поточного місця положення, контро польоту та запис маршруту.

Встановлено, що моніторинг положення БПЛА цивільного призначення має наступні невирішені проблеми: засоби трекінгу вбудовуються в спеціалізовані польотні контролери, що в свою чергу підключаються лише до

БПЛА спеціалізованої конструкції та значно збільшують собівартість апаратного забезпечення.

Порівняльний аналіз засобів візуалізації позиціонування виявив, що більшість систем використовують систему координат GPS для навігації, та потребують БПЛА спеціалізованої конструкції.

Визначено найбільш оптимальний польотного контролеру, що будується на основі Raspberry Pi. Цей контролер має найбільшу кількість входів/виходів GPIO, що дозволяє підключення більшої кількості периферійного обладнання та має найбільшу обчислювальну потужність завдяки процесору архітектури ARM.

Обрано обладнання для визначення поточного місцеположення: модуль RoHS SIM808, що підтримує можливість не лише визначення поточних координат, а й передачу даних за допомогою GSM/GPRS. Цей модуль обрано через компактні розміри та можливості живлення напругою 5В, без додаткових перетворювачів. Описано інтерфейс для підключення до одноплатного комп'ютеру Raspberry Pi. Okремо виділено антени, що необхідні для реалізації роботи GPS та GSM/GPRS.

Проведено дослідження операційних систем, що підтримують можливість роботи з архітектурою ARM. Для реалізації проекту обрано операційну систему на базі ядра Linux, що має найбільшу кількість доступних для встановлення застосунків і бібліотек та оптимізована для роботи з одноплатними комп'ютерами на основі архітектури ARM.

Розроблено застосунок на мові Python для роботи з одноплатним комп'ютером, а саме для отримання поточних координат та надсилення їх до спеціалізованого серверу.

Реалізовано сервер з геоінформаційною системою на основі GlassFish, що на відміну від аналогів не потребують встановлення додаткових компонентів для обробки WEBзапитів. Обрано найбільш оптимальний засіб реалізації геоінформаційних на основі фреймворку Leaflet. Описано алгоритм підключення та основні методи роботи з обраним фреймворком. У якості

сховища даних обрано СКБД SQLite перевагою якого є відсутність стороннього сервісу обробки транзакцій. Відсутність цього компоненту значно зменшує кількість необхідних обчислювальних ресурсів для роботи розробленого застосунку.

Проведено тестовий запуск розробленого програмного та апаратного забезпечення. Наведено порівняльний аналіз отриманих даних при тестовому запуску з даними сертифікованого застосунку.

АНОТАЦІЯ

Осіпов В. Ю. GPS-трекінг безпілотним літальним апаратом. – Кваліфікаційна робота бакалавра зі спеціальності 6.050102 Комп'ютерна інженерія на здобуття кваліфікації «фахівець з інформаційних технологій». – Чорноморський національний університет імені Петра Могили, 2020.

Бакалаврська робота спрямована на дослідження сучасних методів та технологій відслідковування маршруту польоту безпілотних літальних апаратів. Створено програмно-апаратний модуль моніторингу та запису даних польоту безпілотних літальних апаратів на базі платформи Raspberry Pi та модулю GPS-навігації RoHS SIM808. Розглянуто основні засоби керування БПЛА, що доступні у наш час. Практичне значення результатів дослідження та розроблення полягає у створенні засобу трекінгу БПЛА, що має більшу точність ніж існуючі аналоги.

Розробка дискретного засобу трекінгу БПЛА дасть змогу не лише відслідковувати та корегувати політ, а також знаходити літальний апарат у разі виникнення аварії. Іншим важливим варіантом застосування системи трекінгу може бути синхронізація польоту кількох окремих БПЛА для спільної роботи.

Пояснювальна записка бакалаврської роботи складається зі вступу, трьох розділів, висновків та двох додатків. У вступі визначається актуальність теми, сформульовані мета, об'єкт, предмет та завдання дослідження та розроблення бакалаврської роботи. У першому розділі проведено аналіз

класифікації БПЛА. Розглянуто основні засоби керування БПЛА, що доступні у наш час. У другому розділі проведено дослідження складових безпілотних літальних апаратів. У третьому розділі описано розробку програмного забезпечення. Наведено кроки налаштування Raspberry Pi. У висновках наведено аналіз виконаної роботи та отриманих результатів дослідження та розроблення. У додатку А лістинг коду застосунку одноплатного комп'ютеру. У додатку Б лістинг коду застосунку для зберегання та відображення поточного положення БПЛА.

В цілому, бакалаврська робота без додатків містить 72 сторінок, 79 рисунків, 1 таблицю, 29 джерел посилання.

Ключові слова: Android застосунок, python, java, Leaflet, GlassFish, UAV.

ABSTRACT

Osipov V. Y. GPS-tracking by unmanned aerial vehicle. – Bachelor's thesis in specialty 6.050102 Computer Engineering. – Petro Mohyla Black Sea National University, 2020.

The Bachelor's Thesis is devoted to researching of modern methods and technologies of tracking the unmanned aerial vehicles' flight routes. Hardware and software module for monitoring and recording data to the flight was created. It was created on Raspberry Pi platform with the help of GPS-navigation module RoHS SIM808. All methods of UAV control, which are available nowadays, were reviewed. The practical significance of the research and development results consists in the creating of the device for tracking of the UAV, which is more accurate, than all existing analogs. The design of UAV discrete tracking will give an ability not only to track and correct the flight, but also to find the aircraft in case of accident. Moreover, the tracking may be the synchronization of the flight of some separated UAVs for common work.

The professional section includes of introduction, four chapters, conclusions and the two applications. In the introduction is determined by the relevance of the topic and provides a brief overview of the task, the aim, object, subject, research and design tasks are presented too. In the first section the stock market of the UAVs was examined. All available methods of UAV control were reviewed. In the second chapter methods for analyzing and forecasting time series with random dynamics were reviewed. The third chapter describes algorithmic software. The fourth chapter is devoted to program implementation methods and algorithms. It describes creation of a project using object-oriented Rational Rose CASE-tool. Also in this section the examples of realized software are represented and a comparative analysis of forecasting algorithms is held. In conclusion analysis of the work are carried out and the results are obtained. In an addition A is a listing of the main classes of the program.

In general, bachelor's thesis without the enclosures contains 72 pages, 79 pictures, 1 table, 29 references.

Key words: development, python, java, Leaflet, GlassFish, UAV.