

Змістовий модуль 1. Принципи та засоби дистанційного спостереження

Тема 1. Фізичні основи та засоби отримання даних дистанційного спостереження

Практичне заняття №1 Планування маршруту БПЛА

Мета: засвоїти прийоми роботи з моделюючою програмою *Mission Planner* та навчитись за її допомогою планувати і моделювати рух безпілотних літаючих апаратів спостереження

Вимоги до забезпечення виконання роботи:

Персональний комп'ютер з операційною системою Windows.

Інтернет з'єднання не гірше за 3G.

Підготовка до роботи

Напередодні роботи ознайомитись з основами спостереження з повітря (за змістом лекції 3).

ВСТУП

Mission Planner є програмою наземного пункту управління БПЛА з відкритим вихідним кодом для автопілота *Pixhawk*.

Mission Planner використовується в наземному пункті керування для безпілотних (дистанційно керованих) апаратів типів *Plane* (літак), *Copter* (вертоліт) та *Rover* (наземний мобільний засіб).

Програма краще працює з ОС *Windows*.

Mission Planner можна використовувати як утиліти налаштування конфігурації, або як додатковий засіб динамічного контролю для автономного літального апарату (ЛА).

Деякі можливості програми *Mission Planner*:

1. Завантаження апаратно-програмного забезпечення (програмного забезпечення) у плату автопілота (серія *Pixhawk*), який керує ЛА.
2. Початкова установка, вибір конфігурації та точне налаштування ЛА для отримання оптимальних робочих характеристик.
3. Планування, збереження та завантаження окремих польотів у автопілот із звичайним введенням дорожніх точок методом "point-and-click" (вказав і клацнув) на картах (*GoogleMap* або на інших).
4. Завантаження та аналіз журналів польотів, створюваних автопілотом.
5. Взаємодія з пілотажем імітатором на ПК для створення повномасштабного апаратно-програмного імітатора БЛА.

Взаємодія програми з апаратним забезпеченням телеметрії ЛА дозволяє:

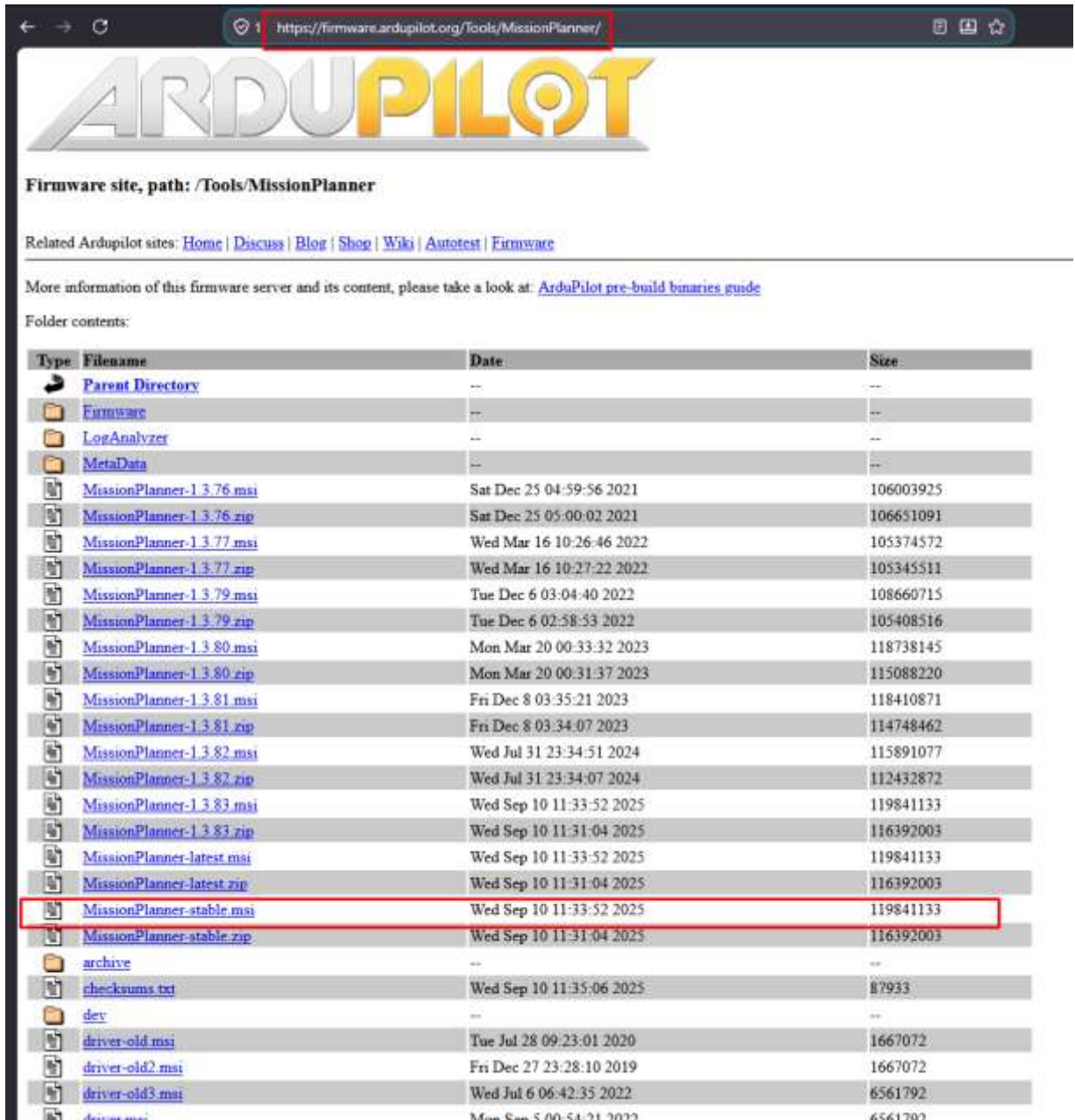
- Відстежувати стан свого літального апарату у процесі експлуатації.
- Вести журнали телеметричних вимірювань, що містять набагато більше інформації, ніж журнали даних вбудованого автопілота.
- Переглядати та аналізувати журнали телеметричних вимірювань.

Завдання

1. Виконати покрокову інструкцію по завантаженню і роботі з програмою Mission Planner при плануванні маршруту квадрокоптера для спостереження за об'єктом.
2. Виконати індивідуальне завдання і подати звіт з результатами роботи.

Порядок виконання

1. Завантажити програму Mission Planner (стабільна версія)
<https://firmware.ardupilot.org/Tools/MissionPlanner/>



Firmware site, path: /Tools/MissionPlanner

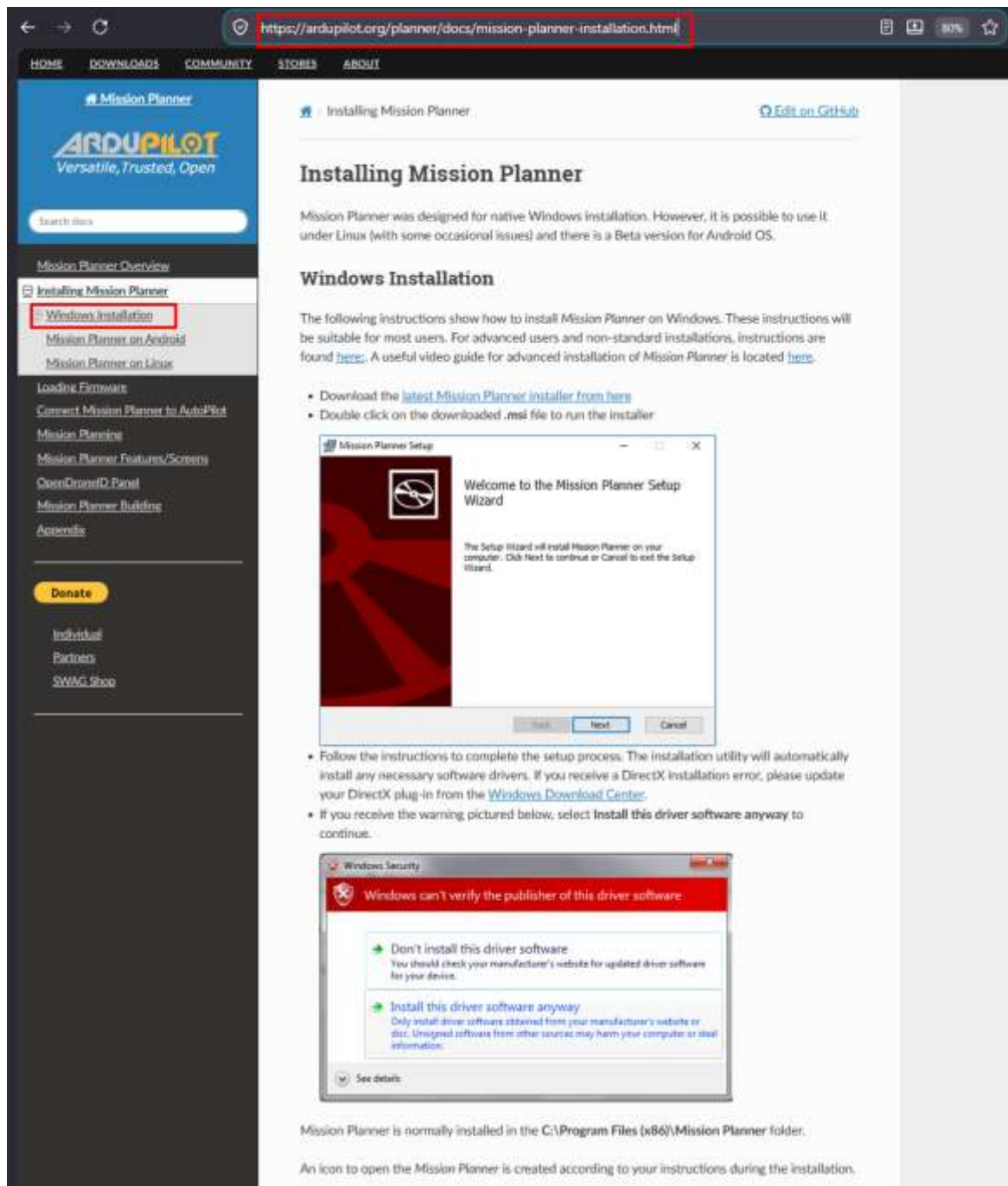
Related Ardupilot sites: [Home](#) | [Discuss](#) | [Blog](#) | [Shop](#) | [Wiki](#) | [Autotest](#) | [Firmware](#)

More information of this firmware server and its content, please take a look at: [ArduPilot pre-build binaries guide](#)

Folder contents:

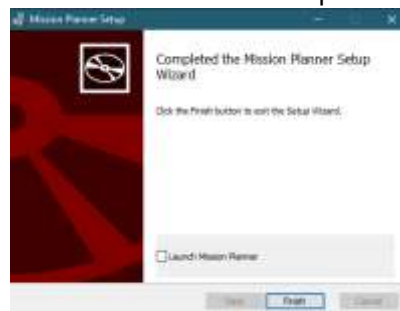
Type	Filename	Date	Size
Parent Directory		--	--
Firmware		--	--
LogAnalyzer		--	--
MetaData		--	--
MissionPlanner-1.3.76.msi		Sat Dec 25 04:59:56 2021	106003925
MissionPlanner-1.3.76.zip		Sat Dec 25 05:00:02 2021	106651091
MissionPlanner-1.3.77.msi		Wed Mar 16 10:26:46 2022	105374572
MissionPlanner-1.3.77.zip		Wed Mar 16 10:27:22 2022	105345511
MissionPlanner-1.3.79.msi		Tue Dec 6 03:04:40 2022	108660715
MissionPlanner-1.3.79.zip		Tue Dec 6 02:58:53 2022	105408516
MissionPlanner-1.3.80.msi		Mon Mar 20 00:33:32 2023	118738145
MissionPlanner-1.3.80.zip		Mon Mar 20 00:31:37 2023	115088220
MissionPlanner-1.3.81.msi		Fri Dec 8 03:35:21 2023	118410871
MissionPlanner-1.3.81.zip		Fri Dec 8 03:34:07 2023	114748462
MissionPlanner-1.3.82.msi		Wed Jul 31 23:34:51 2024	115891077
MissionPlanner-1.3.82.zip		Wed Jul 31 23:34:07 2024	112432872
MissionPlanner-1.3.83.msi		Wed Sep 10 11:33:52 2025	119841133
MissionPlanner-1.3.83.zip		Wed Sep 10 11:31:04 2025	116392003
MissionPlanner-latest.msi		Wed Sep 10 11:33:52 2025	119841133
MissionPlanner-latest.zip		Wed Sep 10 11:31:04 2025	116392003
MissionPlanner-stable.msi		Wed Sep 10 11:33:52 2025	119841133
MissionPlanner-stable.zip		Wed Sep 10 11:31:04 2025	116392003
archive		--	--
checksums.txt		Wed Sep 10 11:35:06 2025	87933
dev		--	--
driver-old.msi		Tue Jul 28 09:23:01 2020	1667072
driver-old2.msi		Fri Dec 27 23:28:10 2019	1667072
driver-old3.msi		Wed Jul 6 06:42:35 2022	6561792
driver.msi		Mon Sep 5 00:54:21 2022	6561792

2. Інсталювати програму на свій ПК з ОС Windows. Порядок інсталювання і основні прийоми роботи з програмою викладені за адресою <https://ardupilot.org/planner/docs/mission-planner-installation.html>



В процесі інсталювання в діалоговому режимі слід встановити усі пропановані драйвери і погодитися з ліцензійними вимогами.

За вдалим завершенням інсталювання з'явиться вікно завершення:



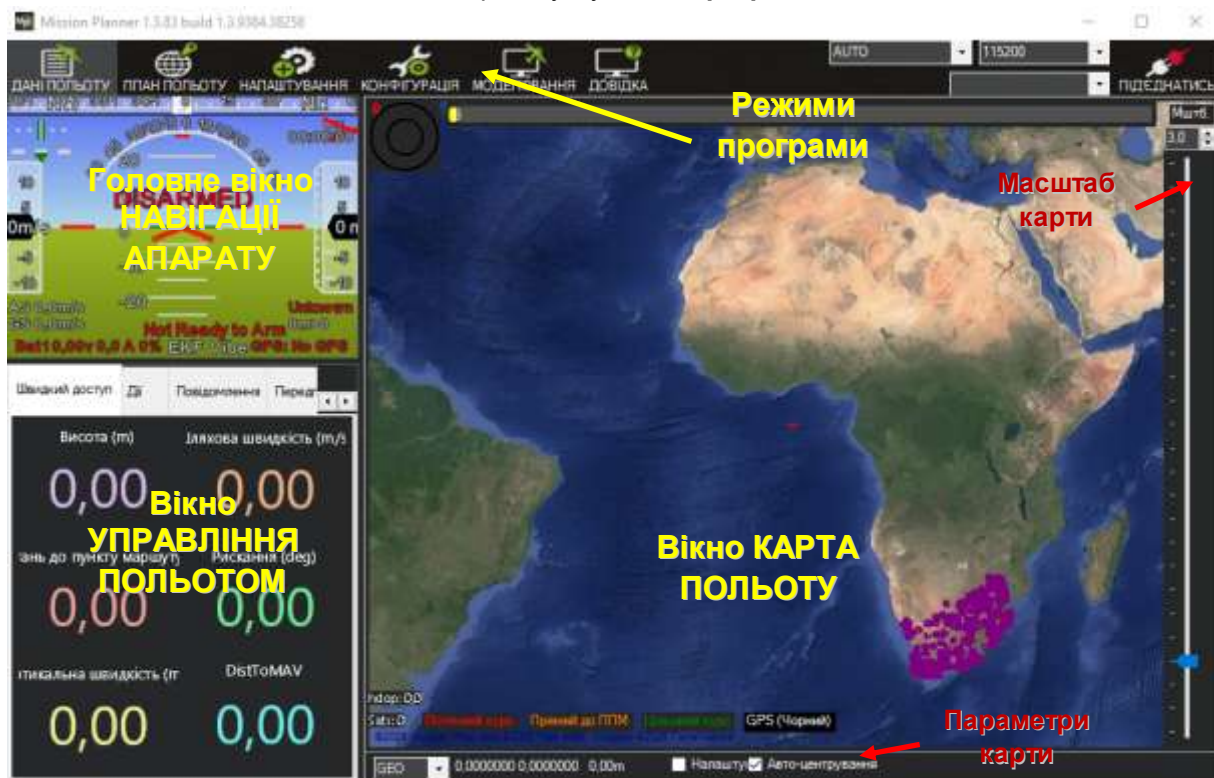
3. Пропонований запуск ігноруйте та запустите програму з головного меню Windows.

На першому запуску програма буде пропонувати встановлення плагинів *Altitude Angels* та *Drone ID Tab*.

Altitude Angels зручно формує інформацію про заборонені для польотів зони (для виконання роботи можна не підключати).

Drone ID tab дозволяє контролювати стан, підключати необхідний GPS для визначення місцезнаходження оператора а також налаштовувати рядок ідентифікатора БПЛА та оператора. Потребує перезапуску програми.

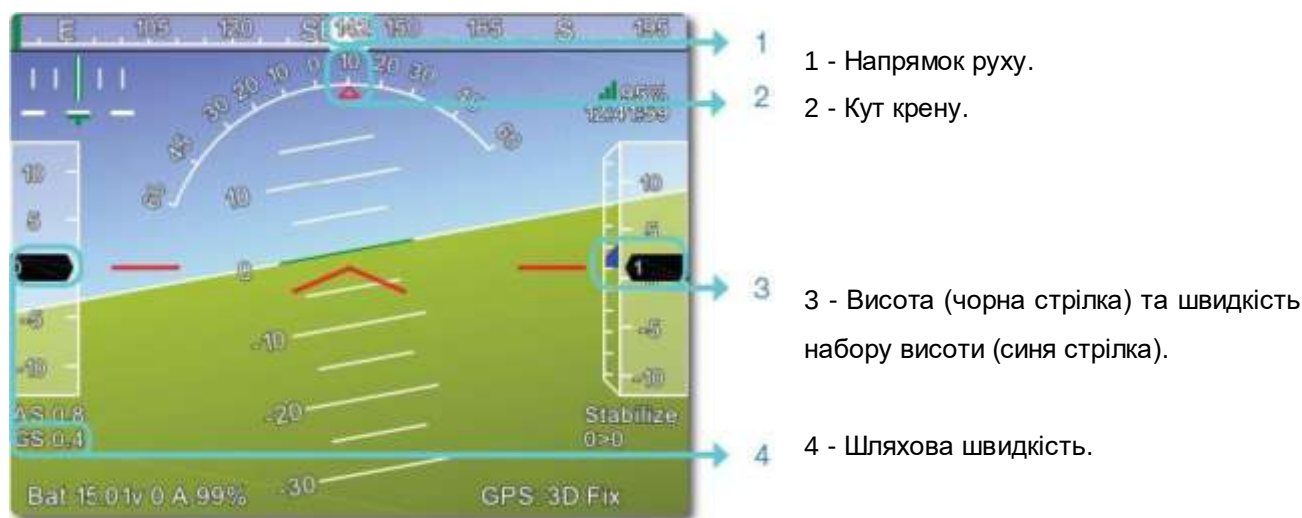
Після встановлення плагинів і перезапуску **вікно програми** виглядає так:



Якщо головною мовою Windows встановлена українська, інтерфейс програми буде українським.

Якщо потрібно, можна вибрати мову у **Конфігурація-Планувальник-Мова_інтерфейсу** (*Config-Planner-UI_Language*) (**НЕ** у Налаштуваннях / *Setup* !).

Головне вікно НАВІГАЦІЇ ЛА



Параметри стану польоту ЛА відображаються у вікні наступним чином:



- 1 – Потужність телеметричного сигналу.
- 2 – Час за даними GPS.
- 3 – Активний на даний момент режим.
- 4 – Відстань до поточної точки маршруту та > номер поточної точки маршруту.
- 5 – Статус GPS.
- 6 – Стан акумуляторної батареї.

У вікні **Карта польоту** відображається наступна інформація



- 1 – Поточний курс.
- 2 – Прямий шлях до поточної точки маршруту.
- 3 – Напрямок руху за даними GPS.
- 4 – Фактична траєкторія польоту.
- 5 – Широта та довгота.
- 6 – Висота.

Вікно управління польотом має закладки, що перемикаються кляцанням на них та на кнопки («праворуч-ліворуч», у верхньому правому куті вікна). Елементи управління з вкладки «Дії», що ви користатимуться в роботі наразі вказані на рисунку нижче.



- 1 – Змінити точки маршруту або заново почати політ.
- 2 – Редагувати режим.
- 3 – Змінити висоту.

4. Підготовка карти району спостереження.

Щоб завантажити карту району спостереження (наприклад з OpenStreetMap (OSM)) до програми *Mission Planner* для роботи в офлайн-режимі, виконайте такі кроки:

1. Перейдіть у режим планування: запустите *Mission Planner*; у верхньому меню перейдіть на вкладку ПЛАН ПОЛЬОТУ (*Plan*).
2. Виберіть тип картки (наприклад - OpenStreetMap): на панелі праворуч знайдіть список вибору карт (за замовчуванням там може стояти GoogleSatellite) та виберіть зі списку OpenStreetMap (або потрібний шар OSM).

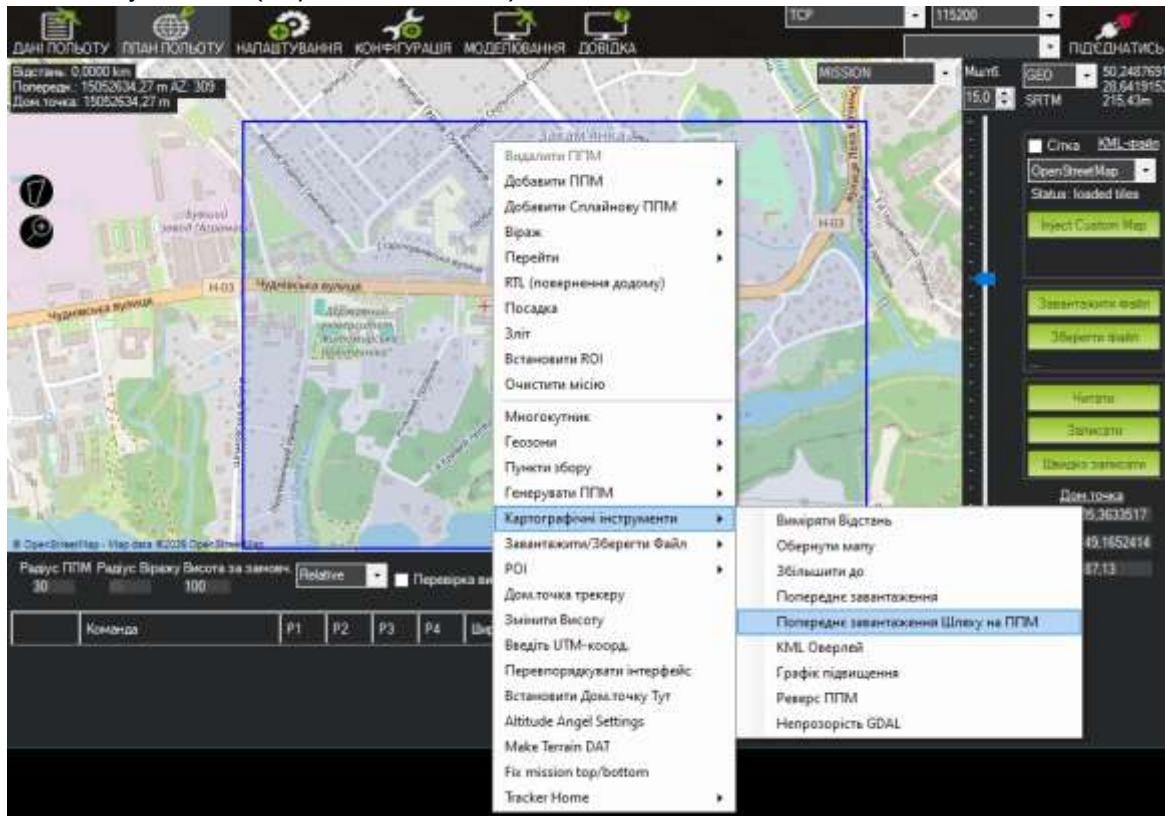


Карта на екрані зміниться.

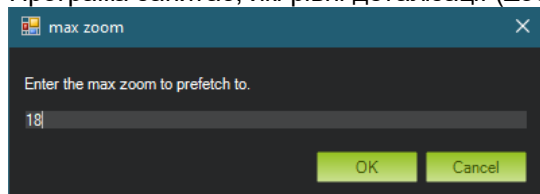
3. Виділіть потрібну ділянку для завантаження: знайдіть на карті регіон, який хочете завантажити; натисніть клавішу Ctrl на клавіатурі; утримуючи Ctrl, затисніть ліву кнопку миші та потягніть, щоб намалювати прямокутник навколо потрібної області. Виділена зона підсвічується.



4. Завантажте карту (кешування карти): натисніть правою кнопкою миші будь-де всередині виділеної області; у контекстному меню виберіть Картографічні інструменти – Попереднє завантаження шляху на ППМ (Map tool → Prefetch).



Програма запитає, які рівні деталізації (Zoom) вам потрібні:



Для польотів зазвичай достатньо діапазону від 15 до 18 (що більше число, тим детальніше карта, а й більше розмір файла).

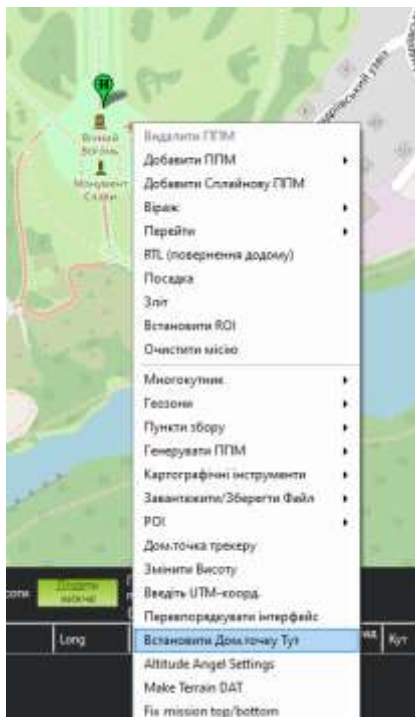
Натисніть OK.

Почнеться процес завантаження тайлів (фрагментів карти). Зачекайте, доки смуга завантаження дійде до кінця. Після цього завантажена область збережеться в кеші Mission Planner і буде доступна на полі без підключення до Інтернету.

Планування польоту

1. **Задати вихідне положення.** Вихідне положення визначається як місце, де літальний апарат буде запусканий. Якщо виконуватиметься політ з поверненням до точки старту (RTL), літальний апарат повернеться туди, де він був запусканий. ЛА потрібно активізувати в тому місці, куди він має повернутися. Альтернативою є використання спеціально визначеної точки збору.

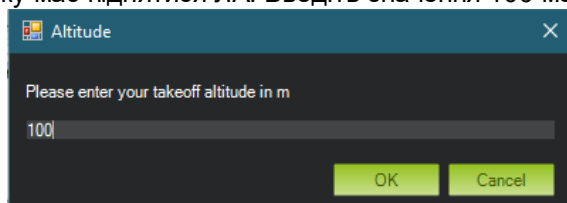
Для встановлення потрібної точки старту у режимі ПЛАН ПОЛЬОТУ переміщуйтеся по карті за допомогою миші (права кнопка миші ПКМ – захоплення для пересування, колесо миші КМ – масштабування) до потрібного місця так, щоб вказівник миші був встановлений у потрібне місце. Клацніть ПКМ і у контекстному меню знайдіть та клацніть на «Встановити Дом.Точку_Тут»:



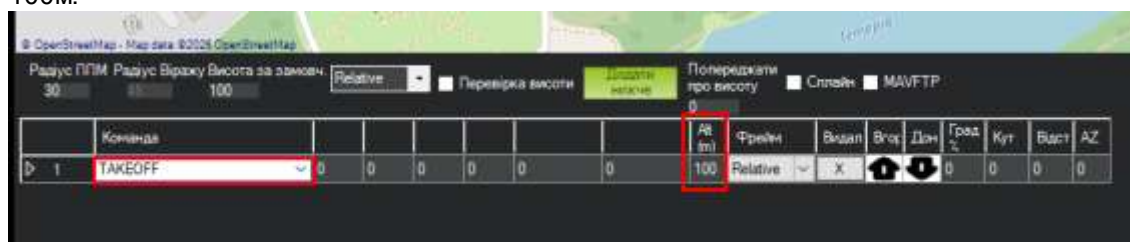
На карті з'явиться позначка Домашньої точки . При наведенні вказівника миші на позначку з'являється значення висоти точки для певної системи координат та визначеного датума.

Натисканням і утриманням лівої кнопки миші (ЛКМ) можна перетягнути цю точку на інше місце.

2. **Позначити точки маршруту (Way Points, WP).** Подальші дії приведені для ЛА типу *Copter*.
2.1. У режимі ПЛАН ПОЛЬОТУ спочатку потрібно дати команду на автоматичний зліт в початковій точці на потрібну висоту. Для цього наведіть вказівник на визначену точку старту (з'явиться значення висоти), клацніть ПКМ та з контекстного меню виберіть «Зліт» – з'явиться вікно для введення висоти, на яку має піднятися ЛА. Введіть значення 100 метрів. Натисніть ОК.



Під вікном карти з'явиться перший запис плану польоту з командою TAKEOFF на висоту (Alt) 100m.



Команда TAKEOFF має бути першою у кожному плані. Далі можна додавати точки маршруту (WP) в план польоту.

- 2.2. Додавання Точок маршруту. Для цього наведіть вказівник на потрібну точку місцевості, клацніть ЛКМ. З'явиться позначка другої точки маршруту (WP2) та другий рядок запису маршруту із значеннями координат – широти (Lat), довготи (Long) у геодезичних координатах та висоти точки (Alt) у метрах над поверхнею математичної моделі Землі.



Клацанням на карті далі можна визначити усі точки потрібного маршруту.



Положення точок можна корегувати шляхом їх «перетягування» – навести вказівник, натиснути ЛКМ та перетягнути у потрібне місце. Або безпосереднім введенням значень в поля таблиці плану. Висота точок за замовченням не змінюється. За потребою її можна змінити безпосереднім введенням значень в поле Alt таблиці плану.

Останньою командою плану (останній рядок) має бути команда повернення на початкову точку – RETURN_TO_LAUNCH. Для її введення в останньому рядку плану в полі «Команда» у спадаючому меню що з'являється за натисканням стрілки праворуч виберіть замість команди WAYPOINT команду RETURN_TO_LAUNCH та ручним введенням змініть координати і висоту у цьому ряду на 0.

	Команда								Фрейм	Видал	Вгор	Дон	Град	Кут	Відст	AZ
8	WAYPOINT	0	0	0	0	50.24381	28.6486745	100	Relative	X	🏠	📍	0.0	0.0	98.1	332
9	WAYPOINT	0	0	0	0	50.2444125	28.6478806	100	Relative	X	🏠	📍	0.0	0.0	87.6	320
10	WAYPOINT	0	0	0	0	50.2450437	28.6478913	100	Relative	X	🏠	📍	0.0	0.0	70.2	1
11	RETURN_TO_LAUNCH	0	0	0	0	0	0	0	Relative	X	🏠	📍	0.0	0.0	74.2	101

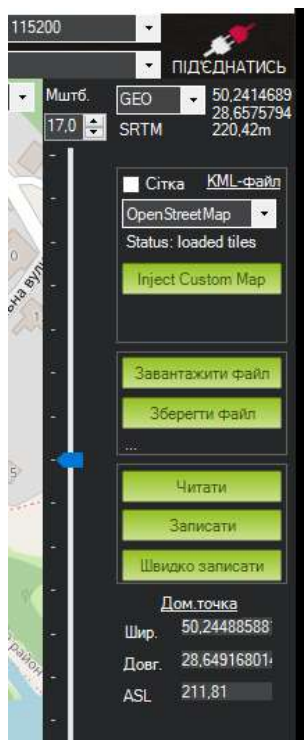
Можна ввести маршрутні точки та інші команди. Детальнішу інформацію можна знайти у розділі «Польотні команди» на сайті за адресою https://ardupilot.org/planner/docs/common-mavlink-mission-command-messages-mav_cmd.html.

У розкритих меню, які є в кожній рядку, виберіть потрібну вам команду. Заголовок стовпця зміниться, щоб показати вам, які дані потрібні для цієї команди. Значення параметрів Lat (Широта) та Lon (Довгота) можна ввести, клацнувши мишкою на карті. Висота співвідноситься з висотою місця старту / вихідного положення, тому, якщо ви задаєте висоту рівної, наприклад, 100 м, апарат пролетить за 100 метрів над вами.

Параметр Висота за замовч. (Default Alt) – це висота, яка приймається за умовчанням при введенні нових маршрутних точок. Крім того, це та висота, на якій проходитиме політ у режимі RTL, якщо відзначити галочкою пункт Hold Default ALT, ЛА намагатиметься зберегти ту висоту, де він перебував при включенні режиму RTL.

Позначка Перевірка висоти (Verify height) означає, що програма Mission Planner використовуватиме дані рельєфу з Google Earth для коригування потрібної висоти в кожній маршрутній точці з урахуванням висоти над місцевістю. Якщо буде обрано цю опцію, то при знаходженні маршрутної точки на пагорбі програма Mission Planner збільшить значення Alt на висоту пагорбу. Це має запобігти аварії, коли ЛА «вріжеться» у пагорб.

- Після закінчення планування створений план потрібно записати в пам'ять автопілоту (кнопка «Записати» праворуч вікна програми). Натисканням кнопки «Читати» можна перевірити записаний в автопілот маршрут.



Можна також зберегти створений маршрут у файл («Зберегти файл») для подальшого використання чи корегування маршруту («Завантажити файл»).

Але ж, наразі поки що не підключений ні один пристрій автопілоту!



Зверху у правому куту вікна програми червона позначка
Тому записувати поки ще нема куди (хвиба що до файлу).

4. Підключитися до автопілоту коптера. Інструкція щодо підключення реального автопілоту викладена за адресою <https://ardupilot.org/planner/docs/common-connect-mission-planner-autopilot.html>

В цієї роботі для перевірки маршруту будемо використовувати модель автопілоту ЛА (Copter), (вбудованого симулятора (**SITL**)) яку програма може завантажити з відповідного сайту. Завантаження моделі здійснюється у режимі МОДЕЛЮВАННЯ (верхнє меню програми, 1).



Для завантаження потрібно вибрати стабільну версію моделі (2).

Вибрати «Мультикоптер» у розділі «Виберіть прошивку для роботи».

Має початися автоматичне завантаження моделі та підключення до неї. Потрібно дочекатися

закінчення завантаження: червона позначка з'єднання має змінитися на зелену

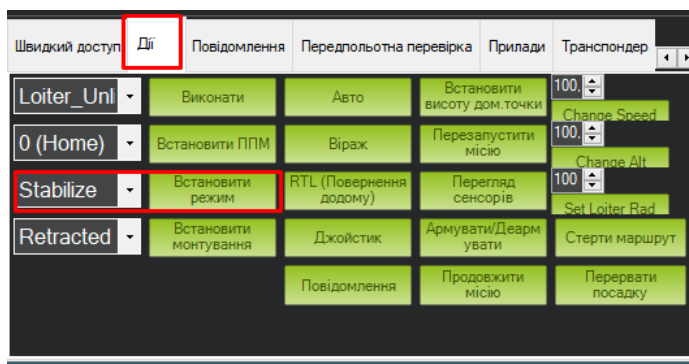


Зараз можна завантажити створений маршрут в модель автопілоту.

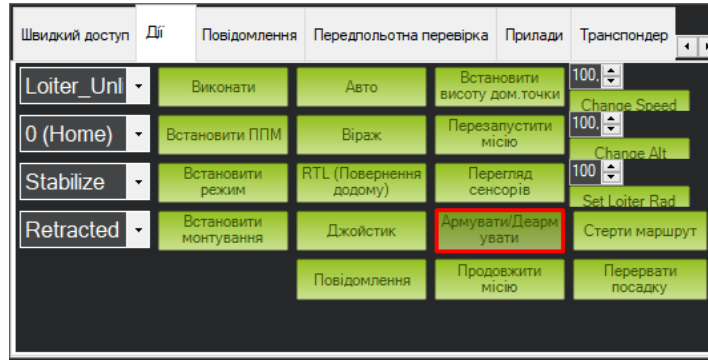
Перейдіть до режиму ПЛАН ПОЛЬОТУ та натисніть кнопку «Записати».

5. Запуск моделі коптера за створеним і завантаженим маршрутом.

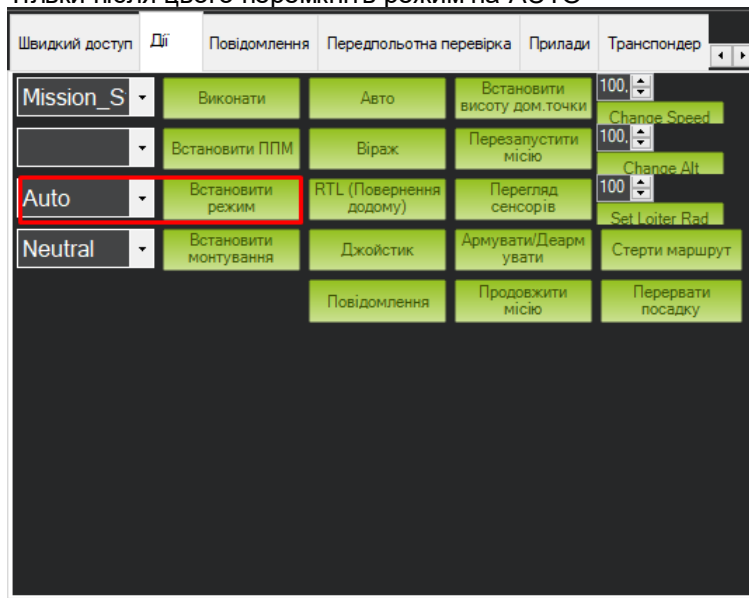
1. Перейдіть у режим ДАНІ ПОЛЬОТУ (DATA).
2. У Вікні управління польотом оберіть закладку Дії (Actions).
3. Змініть польотний режим (*Flight Mode*) на STABILIZE та натисніть кнопку «Встановити режим» (*Set Mode*).



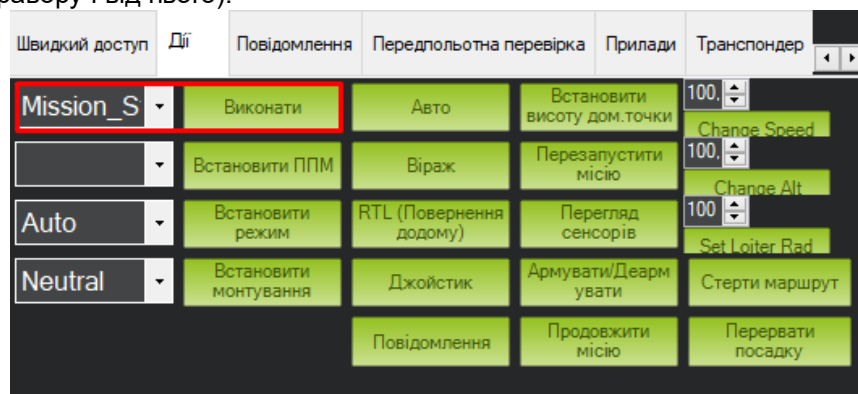
4. Натисніть кнопку «Армувати/Деармувати» (Arm/Disarm). Коптер має запустити двигуни без вильоту програми.



5. Тільки після цього перемкніть режим на AUTO



6. Швидко запустіть місію командою Mission Start (через випадаючий список Дії (Do Action) та кнопку праворуч від нього).



ЛА має почати підніматися, що відображається у Головному вікні навігації.



Після досягнення заданої висоти ЛА обертається до напрямку на першу точку маршруту і починає послідовно виконувати план польоту.

Завершується виконання поверненням на початкову точку і автоматичною посадкою.

ІНДІВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

Самостійно спланувати маршрут спостереження за вказаними точками і об'єктами.

Точка старту/приземлення – м. Житомир, Монумент Слави.

Номер завдання відповідає номеру у списку навчальної групи.

Маршрутне завдання

№ з/п	Об'єкт 1
1.	Андріївський узвіз
2.	Водопровідний провулок
3.	Набережна під скелями
4.	1й Павликівський провулок
5.	2й Кривий провулок
6.	Провулок Якубця
7.	Короткий провулок
8.	Закам'янська вулиця
9.	Скельний провулок
10.	4й Чуднівський провулок
11.	Нагірний провулок
12.	1й Кривий провулок
13.	Річковий провулок
14.	2й Гранітний провулок
15.	провулок Володимира Сосюри
16.	Пішохідний міст через р.Тетерів у парку
17.	Міст через р. Кам'янка по вулю Чуднівська

Звіт по роботі має містити

- Карту запланованого маршруту (скріншот) і
- Таблицю маршруту (із збереженого файлу маршруту у форматі *.txt).

Звіт подавати на Гугл-Диск за посиланням:

<https://drive.google.com/drive/folders/1IHPxZKJf9zMqYOPqiWIVMv51x6VOExZF>

Приклад звіту додається нижче.

Обробка даних наземних, повітряних і космічних спостережень ЗВІТ (ПРИКЛАД) за практичну роботу №1 Планування маршруту БпЛА

Карта маршруту «Монумент Слави (обліт)»



Таблиця маршруту «Монумент Слави (обліт)»

QGC WPL 110																
0	1	0	16	0	0	0	0	50.2448859	28.6491680	211.810000	1					
1	0	3	22	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	100.000000	1					
2	0	3	16	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	50.2450300028	65.100260100	0.000000	1					
3	0	3	16	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	50.2443027028	65.097050100	0.000000	1					
4	0	3	16	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	50.2435617028	65.049840100	0.000000	1					
5	0	3	16	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	50.2430608028	64.994050100	0.000000	1					
6	0	3	16	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	50.2429235028	64.972590100	0.000000	1					
7	0	3	16	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	50.2430333028	64.932890100	0.000000	1					
8	0	3	16	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	50.2438100028	64.867450100	0.000000	1					
9	0	3	16	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	50.2444125028	64.788060100	0.000000	1					
10	0	3	16	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	50.2450437028	64.789130100	0.000000	1					
11	0	3	20	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.000000	1					

Виконав 09.09.2026 студент групи ТРм-25-1 Тарас Потибенько