

Міністерство освіти і науки України
Департамент освіти, науки та молодіжної політики
Івано-Франківської обласної державної адміністрації
Департамент освіти та науки Івано-Франківської міської ради
Центр освітніх інновацій Івано-Франківської міської ради

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА
з позашкільної освіти науково-технічного напрямку

«Основи пілотування, конструювання та застосування безпілотних літальних апаратів-мультикоптерів»

1 рік навчання, початковий рівень

Автори:

Аронець Олександр Васильович,
керівник гуртка-методист
Центру освітніх інновацій Івано-Франківської
міської ради,
викладач -методист фізики Відокремленого
структурного підрозділу «Фаховий коледж
електронних приладів Івано-Франківського
національного технічного університету нафти і
газу»
Метельський Олександр Юрійович,
сертифікований оператор БПЛА типу «FPV-дрон»
Трелевський Олексій Тарасович, магістр
комп'ютерних наук, магістр екології, керівник
проєкту моніторингу якості повітря «Eco City»,
директор ГО "ФРІ АРДУІНО"

Івано-Франківськ

2024 рік

Автори:

Аронець Олександр Васильович - керівник гуртка-методист Центру освітніх інновацій Івано-Франківської міської ради, викладач -методист фізики Відокремленого структурного підрозділу «Фаховий коледж електронних приладів Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу»

Метельський Олександр Юрійович - сертифікований оператор БПЛА типу «FPV-дрон»

Трелевський Олексій Тарасович - магістр комп'ютерних наук, магістр екології, керівник проєкту моніторингу якості повітря «Eco City», директор ГО "ФРІ АРДУІНО"

Рецензенти:

Витвицький В.С. – доцент кафедри інженерної та комп'ютерної графіки Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, кандидат технічних наук, методист Центру освітніх інновацій Івано-Франківської міської ради;

Малий П.М. – керівник гуртка науково-технічного напрямку Центру освітніх інновацій Івано-Франківської міської ради, методист Івано-Франківського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти;

Починок М.Д. – директор Центру освітніх інновацій Івано-Франківської міської ради, керівник гуртка науково-технічного напрямку.

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

1. Пояснювальна записка.....	4
2. Навчально-тематичний план.	12
3. Зміст програми.....	16
4. Прогнозовані результати.....	26
5. Матеріально-технічне забезпечення.....	29
6. Перелік використаних джерел.....	30
7. Додатки	32

1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

На сучасному етапі розвитку світової спільноти технології конструювання, керування та застосування робототехнічних пристроїв є одними з найважливіших технологій, які піднімають на вищий рівень сучасне життя людини. Особливо актуальним стало використання безпілотних літальних апаратів FPV-типу мультироторної конструкції. Застосування цих апаратів стало невід'ємною частиною багатьох технологічних процесів, пов'язаних з будівництвом, екологією, військовою справою, аграрними технологіями.

Актуальність навчальної програми пов'язана з широким використанням новітніх розробок у галузі мультироторних безпілотних літальних апаратів (БПЛА) практично в усіх сферах сучасного життя та зростанням попиту на фахівців-пілотів, інженерів-конструкторів БПЛА. Процес навчання пілотів БПЛА та інженерів-конструкторів ґрунтується на застосуванні комп'ютерних програмних засобів, таких як програми-симулятори польотів, програми налаштування мультикоптерних систем, програми 3D-моделювання і 3D-друку, програми-відеоредактори аерофотозйомки. Деякі програми мають простий, зрозумілий інтерфейс і сучасними дітьми досить легко вивчаються і застосовуються. STEM-підхід до навчання є пріоритетним у концепції НУШ, тому здобуття компетентностей у напрямку конструювання, керування та застосування безпілотних літальних апаратів набуває все більшої популярності в освіті. За їх допомогою вихованці розвивають просторове, логічне та творче мислення, отримують базові знання про застосування БПЛА у різних сферах діяльності людини: архітектурі, мистецтві, медицині, екології, військовій справі, будівництві тощо.

Новизна програми полягає у:

- впровадженні сучасних науково-практичних технологій конструювання, керування та використання безпілотних літальних апаратів у навчальний процес;

- сприянні розвитку науково-технічної творчості в напрямку конструювання БПЛА;
- популяризації професії інженера-конструктора в області робототехніки, зокрема в сфері FPV-мультікоптерів;
- розширенні знань в області інформаційно-комунікативних технологій;

Мета програми: формування ключових компетентностей вихованців при вивченні технологій конструювання, керування та використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА).

Основні завдання полягають у формуванні ключових та предметних компетентностей вихованців гуртка, а саме:

пізнавальної – засвоєння базових технічних та технологічних знань, уявлень і понять про аеродинаміку польоту безпілотних літальних апаратів мультироторного типу та про їх будову, ознайомлення з методами конструювання безпілотних моделей FPV-мультіроторних літальних апаратів та основами налагодження, підготовки до польоту і дистанційного керування польотом БПЛА, вивчення загальних принципів розв'язування конструкторських завдань, створення та налагодження моделей безпілотних літальних апаратів FPV- типу, засвоєння основних положень законодавства України про експлуатацію БПЛА, засвоєння базових технічних та технологічних знань про застосування безпілотних літальних апаратів у різних сферах життєдіяльності людини;

практичної – оволодіння навичками пілотування FPV-квадрокоптерами на програмах-симуляторах польотів при різних режимах польоту;

– оволодіння навичками керування FPV-квадрокоптерами у реальному повітряному просторі при різних режимах польоту;

– оволодіння навичками налаштування FPV-квадрокоптера до польоту у реальному повітряному просторі при різних режимах польоту;

– оволодіння навичками створення польотних завдань FPV-квадрокоптера для польоту у реальному повітряному просторі при різних режимах польоту;

– оволодіння навичками орієнтації в повітряному просторі при польоті з допомогою зображення, яке передається відеокамерою FPV-дрона;

– оволодіння навичками оцінки ситуації в повітряному просторі при польоті з допомогою зображення даних телеметрії (висота польоту, швидкість, заряд батареї, положення дрона відносно горизонту), яке передається відеокамерою FPV-дрона;

– оволодіння навичками аерофотозйомки з допомогою відеокамер, встановлених на FPV-квадрокоптері у реальному повітряному просторі в різних режимах польоту;

– оволодіння навичками доставки вантажів у задану точку з допомогою FPV-дрона у реальному повітряному просторі, з використанням різних режимів польоту;

– оволодіння навичками екологічного моніторингу довкілля (якості повітря, стану земної поверхні) у реальному повітряному просторі з допомогою відеокамер та датчиків якості повітря, встановлених на FPV-квадрокоптері ;

– оволодіння навичками екологічного моніторингу довкілля (якості повітря, стану земної поверхні) у реальному повітряному просторі з допомогою відеокамер та датчиків якості повітря, встановлених на FPV-квадрокоптері ;

- оволодіння навичками для виконання практичних завдань з монтажу і налаштування FPV-квадрокоптера;

- формування практичних навичок використання програмного забезпечення для вирішення різноманітних технологічних завдань, роботи з пристроями введення-виведення інформації, Інтернет-

ресурсами, прикладним програмним забезпеченням для програмування політичних контролерів, моделювання та виготовлення допоміжного обладнання;

- уміння застосовувати отримані знання на практиці у різних сферах життєдіяльності;

творчої - розвиток конструкторських здібностей, просторової уяви, розвиток критичного мислення, творчих здібностей вихованців та інтелекту, набуття досвіду роботи в команді;

– формування і розвиток принципів творчої діяльності, оволодіння новими навичками та здібностями у сфері конструювання та керування FPV дронами;

– формування у вихованців здатності до самостійної творчої діяльності в усіх сферах життя;

– розвиток творчої ініціативи вихованців та сприяння їх самореалізації;

соціальної

– виховання культури праці, творчої ініціативи, вміння працювати в колективі;

– формування стійкого інтересу до технічної творчості;

– розвиток позитивних якостей емоційно-вольової сфери особистості: наполегливості, акуратності, відповідальності, любові до праці;

Програма гуртка спрямована на поглиблення і розширення знань із шкільних базових дисциплін: фізики, математики, хімії, інформатики, географії, екології, біології та обізнаності в інших сучасних науково-технологічних сферах діяльності людини, що є одним із основних принципів STEM-освіти.

Технології конструювання та керування безпілотними літальними апаратами використовуються освітніми закладами у розвинених країнах в усьому світі. Отже, запропонована навчальна програма є актуальною і може використовуватися у позашкільній освіті та як факультативний курс у загальноосвітніх закладах середньої освіти.

Загальними принципами організації освітнього процесу в гуртку є науковість на доступному рівні, поєднання інтелектуальної і практичної діяльності, індивідуальний підхід до навчання вихованців гуртка, поступовість ускладнення викладення матеріалу.

Організаційно-методичне забезпечення освітнього процесу

Навчальна програма реалізується у гуртку науково-технічного напрямку. Розрахована для вихованців середнього та старшого шкільного віку (12-16 років). Програма передбачає навчання дітей у групах початкового рівня протягом 1 року і розрахована на 144 години групової роботи (4 год на тиждень). Заняття проводяться два рази на тиждень по 2 години. Кількісний склад навчальної групи становить 10-12 осіб.

Для навчання в гуртку вихованці повинні володіти базовими знаннями і вміннями у сфері інформаційно-комунікативних технологій: основами комп'ютерної грамотності, знаннями принципів функціонування ПК, уміти працювати в операційній системі Windows 7-11 та основних офісних пакетах Microsoft Office, для кращого сприйняття навчально-практичних завдань бажано пройти онлайн-навчання за програмою початкового рівня «Користувач персонального комп'ютера з англійською мовою».

Програма передбачає застосування різноманітних інтерактивних технологій, сучасних та класичних методів та форм навчання. В організації навчально-виховного процесу поряд з традиційними технологіями застосовуються інноваційні: проєктний метод, технологія продуктивного навчання, тренінгові технології, інтерактивне навчання (робота в малих

групах, мультиплікативне навчання, використання рольових ігор, розв'язання проблем «мозковим штурмом»), мультимедійні та мережеві технології (соціальні мережі, відеопрезентації, відеоуроки).

Поряд із груповими, колективними формами роботи проводиться індивідуальна робота з вихованцями, у тому числі при підготовці до участі у конкурсі науково-дослідницьких робіт учнів-членів МАН, конкурсів, виставок, олімпіад, турнірів, змагань та інших масових заходів. На індивідуальних заняттях здійснюється диференційований та індивідуальний підхід до навчання вихованців відповідно до їх творчих здібностей, віку, психофізичних особливостей, стану здоров'я тощо. Індивідуальна робота організовується відповідно до Положення про порядок організації індивідуальної та групової роботи в позашкільних навчальних закладах.

Освітня програма побудована за спіральною структурою: у кожному розділі програми навчальні теми спочатку вивчаються найпростіші прийоми та методи керування, конструювання та застосування FPV-дронів у віртуальних програмах-симуляторах. Потім у наступних навчальних темах аналогічні прийоми та методи керування та застосування FPV-дронів вивчаються у реальному політному просторі, а конструювання і налагодження відбувається в умовах реальної лабораторії. Зростає лише складність ландшафту, метеорологічних умов та технологій конструювання і налагодження. Така методика подачі навчального матеріалу дозволяє якісно формувати високий рівень предметних компетентностей вихованців.

До кожного заняття рекомендовано включати теоретичний і практичний матеріал, а також роботу над помилками, які допускаються вихованцями при складанні польотного завдання, при пілотуванні, конструюванні та монтажній збірці віртуального чи реального FPV-квадрокоптера. Створюючи проєкт власного польотного завдання або моделі FPV-дрону, вихованці здійснюють пошук необхідної інформації в

Інтернет-просторі, навчаються самостійно її опрацьовувати. Роботу над створенням проєктів рекомендовано проводити у малих групах (парах).

Перевірка засвоєння навчального матеріалу та поточне оцінювання знань і умінь вихованців здійснюється під час виконання ними практичних польотних завдань, презентації індивідуальних творчих робіт зі створення польотних завдань та проєктів моделей тощо. На початку навчального трюку і в кінці року здійснюється тестовий контроль знань, умінь, практичного досвіду вихованців. Оцінювання рівня навчальних досягнень здійснюється за результатами виконання тестових польотних та практичних завдань, мініпроєктів.

Рейтинг сформованих у вихованців гуртка предметних компетентностей може бути визначений **за трьома рівнями компетентності:**

Перший рівень – початковий (репродуктивний) - вихованець розуміє основний теоретичний та практичний матеріал, може відтворити без помилок основні польотні вправи та виконати практичні завдання з монтажу і налагодженню пристроїв.

Другий рівень – достатній (інтерпретація, створення аналогів) - вихованець розуміє, аналізує і може застосувати, зробити зміни в польотних вправах, практичних завданнях з монтажу і налагодженні роботи пристрою в схожій ситуації.

Третій рівень – високий (винахідницький, творчий) - вихованець може самостійно спроектувати, сконструювати і запрограмувати пристрій (FPV-дрон), вирішити поставлене перед ним або вибране самостійно практичне завдання.

На поточних заняттях рекомендовані такі форми оцінювання як взаємне оцінювання та самооцінка, які допомагають вихованцям критично підійти до виявлених помилок, розвивають уміння надавати об'єктивну оцінку власних компетентностей і компетентностей товаришів, аргументувати свою оцінку, відстоювати свою точку зору, проявляти толерантність у спілкуванні, уміння працювати в команді.

На підсумкових заняттях здійснюється аналіз роботи гуртка, діяльності кожного вихованця за рік, нагороджуються кращі гуртківці, влаштовується захист реалізованих проєктів та польотні змагання гуртківців, попередньо обговорюються плани роботи на наступний рік.

Програма розроблена відповідно до Методичних рекомендацій Інституту модернізації змісту освіти (**Лист ДНУ «ІМЗО» від 16.08.2023 № 21/08-1330 «Про методичні рекомендації щодо змісту та оформлення навчальних програм з позашкільної освіти»**).

Програма є орієнтовною. За необхідності керівник гуртка може внести певні зміни на свій розсуд, які не повинні впливати на загальний зміст навчальної програми та загальну кількість навчальних годин. Незмінними мають залишатися мета, завдання і результат освітньої діяльності.

2. НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

Початковий рівень, перший рік навчання

№	Тема	Кількість годин		
		теоретичних	практичних	усього
1	Вступ	1	1	2
Розділ 1. Основи льотної підготовки операторів FPV-дронів (70 год)				
2	Тема 1. Практичні основи формування пілотних навичок оператора FPV-дрону з допомогою програми –симулятора Litoff.	2	16	18
3	Тема 2. Практичні основи формування пілотних навичок оператора FPV-дрону з допомогою навчального міні FPV-дрону Cetus у закритому повітряному просторі у режимах польоту низького рівня складності	2	6	8
4	Тема 3. Практичні основи формування пілотних навичок оператора FPV-дрону з допомогою навчального міні FPV-дрону Cetus у режимах польоту високої складності. Основи аерофотовідеозйомки з допомогою FPV- камери	2	14	16
5	Тема 4. Практичні основи	4	12	16

	виконання польотів у відкритому повітряному просторі з допомогою навчального міні FPV-дрону Cetus Pro у режимі польоту середньої складності. Основи аерометеорології			
6	Тема 5. Практичні основи виконання польотів у відкритому повітряному просторі з допомогою навчального міні FPV-дрону Cetus X у режимах польоту високої складності. Аерофотовідеозйомка ландшафту місцевості із записом інформації на SD-карту FPV-окулярів. Основи геодезії і картографії. Основні методики орієнтування на місцевості	2	10	12
Розділ 2. Вивчення основ конструювання, монтажу та налагодження FPV дронів-квадрокоптерів (48 год)				
7	Тема 6. Практичні основи віртуального конструювання, монтажу та налагодження FPV дронів-квадрокоптерів з допомогою програми-симулятора Litoff	2	6	8
8	Тема 7. Практичні основи рельного конструювання, монтажу та налагодження FPV дронів-квадрокоптерів демонстраційним	2	14	16

	методом з використанням набору для збирання FPV-квадрокоптера. Програмне середовище для налагодження польотних параметрів квадрокоптера. Тестування та корекція польотних характеристик FPV-квадрокоптера			
9	Тема 8. Практичні основи рельного конструювання, монтажу та налагодження FPV дронів-квадрокоптерів конвеєрним методом з використанням набору для збирання FPV-квадрокоптера. Тестування та корекція польотних характеристик FPV-квадрокоптера	4	20	24
Розділ 3. Застосування FPV-дронів у сферах науки, техніки, технологій. Екологічний моніторинг довкілля з допомогою FPV-дронів (24 год)				
10	Тема 9. Практичні основи застосування FPV дронів-квадрокоптерів для екологічного моніторингу довкілля. Екологічний моніторинг якості повітря у закритих приміщеннях. Визначення локацій джерел забруднення з допомогою давачів для визначення якості повітря та засобів	2	6	8

	фотовідеомоніторингу.			
11	Тема 10. Практичні основи застосування FPV дронів-квадрокоптерів для екологічного моніторингу якості повітря у відкритому навколишньому середовищі. Позиціонування джерел забруднення з допомогою давачів для визначення якості повітря та відеомоніторингу локацій забруднення. Складання карти джерел забруднення.	2	6	8
	Тема 11. Практичні основи застосування FPV дронів-квадрокоптерів у сфері агротехнологій. Методика використання FPV-дронів для висаджування насіння в ґрунт. Моніторинг росту рослинних культур з допомогою FPV-дронів.	2	6	8
		27	117	144

3. ЗМІСТ ПРОГРАМИ

1. Вступне заняття (2 год)

Теоретична частина. Мета і завдання роботи гуртка. Правила поведінки в навчальному закладі, кабінеті, лабораторії. Інструктаж із техніки безпеки. Правила техніки безпечної роботи за комп'ютером та електромеханічними пристроями. Загальні питання класифікації БПЛА, аеродинаміки польоту мультикоптерних БПЛА, будови FPV-дронів квадрокоптерного типу, методи і системи дистанційного керування польотом мультироторних БПЛА, системи відеозв'язку «FPV-дрон-пілот». Основні питання законодавства України, які регламентують правила застосування та пілотування БПЛА. Основні питання техніки безпеки при експлуатації БПЛА. Організаційні питання, ознайомлення з програмою навчання.

Практична частина. Вхідний інструктаж вихованців з правил техніки безпеки. Демонстраційні польоти FPV-дронів, польоти FPV-дронів у віртуальних програмах -симуляторах.

Розділ 1. Основи льотної підготовки операторів FPV-дронів (70 год)

Тема 1. Практичні основи формування пілотних навичок оператора FPV- дрону з допомогою програми –симулятора Litoff (18 год)

Теоретична частина. Програми-симулятори для FPV-дронів. Підключення програм-симуляторів до ПК. Програма-симулятор польотів FPV-дронів Litoff. Налаштування та основні характеристики програми Litoff. Підключення пульта керування дроном у програмі Litoff. Калібрування стіків пульта керування у середовищі симулятора. Польотні карти програми Litoff. Режими польотів квадрокоптера у програмі симуляторі: Light, Horizon, Acro, 3D. Налаштування телеметрії на екрані симулятора.

Основні правила керування реальним FPV-дроном з допомогою пульта у різних режимах польоту. Основні рухи з стіками на пульті: зліт-посадка, поворот, рух вперед-назад, нахил вліво-вправо. Будова та основні характеристики мінідрона Cetus, Cetus pro, Cetus X, функції та призначення органів керування.

Практична частина. Найпростіші прийоми та методи керування у віртуальних середовищах для польоту програм-симуляторів (поле без перешкод, стадіон, тощо). Зліт-посадка дрона. Утримання висоти. Утримання горизонту. Відпрацювання вправи «Дельфін. Змійка. Карусель».

Політ вперед, назад, політ по прямій траєкторії.

Поворот, політ по кривій траєкторії, політ по колу навколо перешкоди розворот, обхід перешкод.

Політ по периметру у вибраній карті «Поле».

Політ у місті, політ у лісі у різних режимах складності польоту

Складання польотного завдання.

Міні-турнір з польотів на гоночному полі з проходженням воріт та обходом перешкод

Знайомство з FPV-дроном Cetus. Підготовка дрона до польоту. Відпрацювання основних прийомів керування (Зліт -посадка, утримання висоти, утримання горизонту), засвоєних при польотах на симуляторі. Керування реальним FPV-дроном у межах невеликого приміщення при польотах без використання FPV-окулярів та з FPV-окулярами.

Аналіз помилок, допущених при виконанні польотів та польотних вправ.

Тема 2. Практичні основи формування пілотних навичок оператора FPV-дрону з допомогою навчального міні FPV-дрону Cetus у закритому повітряному просторі у режимах польоту низького рівня складності (6 год)

Теоретична частина. Режими польотів квадрокоптера: Light, Horizon. Налаштування телеметрії на екрані керування FPV-дронами у реальному повітряному просторі у межах закритого приміщення (актового залу, спортивного залу, тощо), прості завдання з основ пілотування (підйом-посадка дрона, поворот, політ по прямій траєкторії, утримання висоти) в FPV-окулярах.

Практична частина.

Знайомство з FPV-дроном Cetus. Підготовка дрона до польоту. Налаштування відеоканалу.

Найпростіші прийоми та методи керування дроном в умовах закритого приміщення. Зліт-посадка дрона. Утримання висоти. Утримання горизонту. Відпрацювання вправи «Дельфін».

Політ вперед, назад, по прямій траєкторії.

Поворот, політ по кривій траєкторії, розворот, обхід перешкод.

Політ по периметру приміщення.

Складання польотного завдання. Міні-турнір з польотів з виконанням найпростіших прийомів.

Аналіз помилок, допущених при виконанні польотів та польотних вправ.

Тема 3. Практичні основи формування пілотних навичок оператора FPV-дрону з допомогою навчального міні FPV-дрону Cetus у режимах польоту високої складності. Основи аерофотовідеозйомки з допомогою FPV- камери (12 год)

Теоретична частина. Керування FPV-дронами у реальному повітряному просторі у межах закритого приміщення (актового залу, спортивного залу, тощо) у режимах польоту високої складності: SPORT, ACRO. Методи керування польотом по периметру приміщення, облітання перешкод по кривій траєкторії, розвороту, «вісімки», «змійки» в FPV-окулярах. Прийоми аерофотовідеозйомки з допомогою FPV- камери.

Практична частина. Виконання прийомів керування дроном в умовах закритого приміщення у режимі SPORT, ACRO.

Політ по периметру приміщення, облітання перешкод по кривій траєкторії, розворот, «вісімка», «змійка».

Поворот, проліт по кривій траєкторії через ворота.

Складання польотного завдання.

Міні-турнір з польотів з виконанням найпростіших прийомів.

Аналіз помилок, допущених при виконанні польотів та польотних вправ.

Проведення аерофотовідеозйомки з допомогою FPV- камери.

Тема 4. Практичні основи виконання польотів у відкритому повітряному просторі з допомогою навчального міні FPV-дрону Cetus Pro у режимі польоту середньої складності. Основи аерометеорології (12 год)

Теоретична частина. Основи аерометеорології та її основні характеристики: троянда вітрів, типи хмар, вологість повітря. Вплив аерометеорології на польоти FPV-дрону. Створення політних завдань та виконання польотів у відкритому повітряному просторі (стадіон, спортивний майданчик) у режимі SPORT, з врахуванням метеорологічних умов (наявність вітру, хмарність, вологість), природного ландшафту місцевості (будівельні конструкції, дерева) в FPV-окулярах.

Практична частина. Виконання прийомів керування дрона в умовах впливу атмосферних метеорологічних факторів у відкритому повітряному просторі (стадіон, спортивний майданчик) у режимі SPORT:.

Політ по периметру, облітання перешкод по кривій траєкторії, розворот, «дельфін», «вісімка», «змійка».

Поворот, політ по кривій траєкторії через ворота.

Складання польотного завдання.

Міні-турнір з польотів з виконанням прийомів середньої складності.

Аналіз помилок, допущених при виконанні польотів та польотних вправ.

Тема 5. Практичні основи виконання польотів у відкритому повітряному просторі з допомогою навчального міні FPV-дрону Cetus X у режимах польоту високої складності. Аерофотовідеозйомка ландшафту місцевості із записом інформації на SD-карту FPV- окулярів. Основи геодезії і картографії. Основні методики орієнтування на місцевості(12 год)

Теоретична частина. Основні методики аерофотовідеозйомки ландшафту місцевості із записом інформації на SD-карту FPV- окулярів.

Основи геодезії і картографії. Визначення положення в просторі з допомогою топографічної карти. Вправи з орієнтування на місцевості з допомогою карти, азимут. Польот в режимі ACRO (польоти в парковій зоні, в польових умовах).

Доставка вантажу у задану точку. Орієнтування у просторі, аерофотозйомка місцевості при польоті в FPV-окулярах.

Практична частина. Виконання прийомів керування FPV-дроном в режимі польоту ACRO (польоти в парковій зоні, в польових умовах):

Зависання над заданою точкою.

Політ по периметру, облітання перешкод по кривій траєкторії, розворот, «дельфін», «вісімка», «змійка»

Складання польотного завдання.

Вправи з орієнтування на місцевості з допомогою відеокамери FPV-дрона.

Політ до заданої точки за орієнтирами на місцевості.

Проведення аерофотовідеозйомки ландшафту місцевості із записом інформації на SD-карту FPV-окулярів.

Міні-турнір з польотів з виконанням прийомів середньої складності.

Аналіз помилок, допущених при виконанні польотів та польотних вправ.

Розділ 2. Вивчення основ конструювання, монтажу та налагодження FPV дронів –квадрокоптерів (48 год)

Тема 6. Практичні основи віртуального конструювання, монтажу та налагодження FPV дронів-квадрокоптерів з допомогою програми-симулятора Litoff (8 год)

Теоретична частина. Складові частини FPV-дронів. Вивчення основ конструювання, монтажу та налагодження FPV-дронів з допомогою програми-симулятора польоту Litoff на ПК. Особливості підбору складових елементів FPV-дрона, їх характеристик та місця їх розміщення (моторів та їх потужності, пропелерів, батарей електроживлення, форми та розміри, розміщення відеокамери, антен, передавача відеосигналу та приймача сигналів керування). Методика створення віртуальної моделі FPV-дрона з допомогою програми-симулятора Litoff (груповий, індивідуальний проєкт). Правила тестування у модлі FPV- дрона при віртуальних польотах у різних польотних режимах та віртуальних середовищах для польоту різного рівня складності .

Практична частина. Прийоми та приклади конструювання, монтажу та налагодження FPV-дронів з допомогою програми-симулятора польоту Litoff на ПК.

Формування складових елементів FPV-дрона, підбір їх характеристик та місця їх розміщення (моторів та їх потужності, пропелерів, батарей електроживлення, форми та розмір рами, розміщення відеокамери, антен, передавача відеосигналу та приймача сигналів керування).

Створення віртуальної моделі FPV-дрона (груповий, індивідуальний проєкт). Тестування створених моделей FPV-дронів при віртуальних польотах у різних польотних режимах та віртуальних середовищах для польоту різного рівня складності (поле, ліс, завод, місто, метро, тощо).

Аналіз і обговорення вдалих і хибних рішень, прийнятих при конструюванні і налагодженні віртуальних FPV-дронів..

Тема 7. Практичні основи реального конструювання, монтажу та налагодження FPV-дронів-квадрокоптерів демонстраційним методом з використанням набору для збирання FPV-квадрокоптера. Програмне середовище для налагодження польотних параметрів квадрокоптера. Тестування та корекція польотних характеристик FPV-квадрокоптера (16 год)

Теоретична частина. Основні елементи FPV-квадрокоптера, їх призначення та правила монтажу. Методика конструювання, монтажу і налагодження реального FPV-дрону з використанням набору для збирання FPV-квадрокоптера керівником гуртка із залученням вихованців до всіх технологічних складових процесів конструювання, монтажу і налагодження дрону. Програмне середовище для налагодження польотних параметрів політного контролера квадрокоптера Betaflight. Методики тестування FPV-дрону на стендах в умовах лабораторії та в реальному польоті. Методика діагностики, аналізу та виправлення недоліків. Методика проведення повторного тестового польоту.

Практична частина. Перевірка електричних та механічних характеристик елементів FPV-квадрокоптера: перевірка моторів, регулятора обертів моторів,

політного контролера, відеопередавача та FPV-окулярів, приймача радіосигналів керування від пульта.

Конструювання, монтаж і налагодження реального FPV-дрону з використанням набору для збирання FPV-квадрокоптера: Виконання технологічних складових процесів конструювання, монтажу і налагодження дрону.

Проведення процесу тестування FPV-дрону на стендах.

Проведення процесу тестування FPV-дрону в реальному польоті.

Аналіз та виправлення недоліків.

Повторний тестовий політ (зліт-посадка, утримання висоти, політ по прямій та кривій траєкторії, повороти, розворот, фото- та відеофіксація предметів).

Тема 8. Практичні основи реального конструювання, монтажу та налагодження FPV дронів-квадрокоптерів конвеєрним методом з використанням набору для збирання FPV-квадрокоптера. Тестування та корекція польотних характеристик FPV-квадрокоптера (24 год)

Теоретична частина. Методика проєктного конструювання, конвеєрного монтажу і налагодження реального FPV-дрону з використанням набору для збирання FPV-квадрокоптера керівником гуртка із залученням вихованців до всіх технологічних складових процесів конструювання, монтажу і налагодження дрону. Тестування FPV-дрону на стендах та в реальному польоті.

Аналіз та виправлення недоліків, повторний тестовий політ.

Практична частина. Принципи організації конвеєрного методу для монтажу реального FPV-дрону конвеєрним методом з використанням набору для збирання FPV-квадрокоптера:

Виконання технологічного процесу, монтажу і налагодження дрону.

Проведення процесу тестування FPV-дрону на лабораторних стендах.

Проведення процесу тестування FPV-дрону в реальному польоті.

Аналіз та виправлення недоліків.

Повторний тестовий політ (зліт-посадка, утримання висоти, політ по прямій та кривій траєкторії, повороти ,розворот, фото- та відеофіксація предметів).

Розділ 3. Застосування FPV-дронів у сферах науки, техніки, технологій. Екологічний моніторинг довкілля з допомогою FPV дронів (24 год)

Тема 9. Практичні основи застосування FPV-дронів-квадрокоптерів для екологічного моніторингу довкілля. Екологічний моніторинг якості повітря у закритих приміщеннях. Визначення локацій джерел забруднення з допомогою давачів для визначення якості повітря та засобів фотовідеомоніторингу (8 год)

Теоретична частина. Застосування дронів у соціальноважливих сферах: екологічний моніторинг довкілля (моніторинг якості повітря, стану рослинного покриву ділянок земної поверхні, моніторинг забруднення земної поверхні несанкціонованими звалищами побутових та промислових відходів, моніторинг техногенно небезпечних промислових об'єктів). Методика використання FPV-дронів для моніторингу якості повітря. Типи давачів, які визначають ступінь забруднення повітря мікропилем (частки розміром 2,5 та 10 мікрон), шкідливими газоподібними окисами (окис азоту, окис сульфору,) та газами (метан, сірководневий газ, чадний газ, вуглекислий газ).

Практична частина. Демонстрація способів розміщення та підключення електроживлення давачів для виміру параметрів якості повітря на дроні. Демонстрація методів передачі інформації про результати вимірів концентрації шкідливих домішок від давача до пілота (через екран по каналу телеметрії, через окремий радіоканал на дисплей смартфона чи планшетного ПК).

Проведення в умовах приміщення виміру вмісту шкідливих речовин давачем, прикріпленим до дрона з передачею даних виміру на смартфон по WiFi-каналю. Проведення FPV-дроном моніторингу приміщення з допомогою відеокамери з відеофотофіксацією вмісту кімнатних сміттєвих кошиків.

Тема 10. Практичні основи застосування FPV дронів -квадрокоптерів для екологічного моніторингу якості повітря у відкритому навколишньому середовищі. Позиціонування джерел забруднення з допомогою давачів для визначення якості повітря та відеомоніторингу локацій забруднення. Складання карти джерел забруднення (8 год)

Теоретична частина. Методика використання FPV-дронів для моніторингу якості повітря у відкритому навколишньому середовищі.. Визначення локацій і координат джерел забруднення з допомогою давачів для визначення якості повітря. Відеомоніторинг локацій забруднення. Складання карти джерел забруднення.

Практична частина. Проведення в польових умовах виміру вмісту шкідливих речовин давачем, прикріпленим до дрона з передачею даних виміру на смартфон по WiFi-каналю.

Проведення FPV-дроном відеомоніторингу відкритого навколишнього середовища - двір будинку, паркова зона поблизу автотраси з інтенсивним рухом автомобілів, місця розміщення контейнерів з побутовими відходами, берег річки з допомогою відеокамери з відеофотофіксацією вмісту джерел забруднення.

Тема 11. Практичні основи застосування FPV дронів-квадрокоптерів у сфері агротехнологій. Методика використання FPV-дронів для висаджування насіння в ґрунт. Моніторинг росту рослинних культур з допомогою FPV-дронів (8 год)

Теоретична частина. Використання різних типів дронів для сільського господарства, методики внесення добрив на полях, методики здійснення аероагрономічних та аерогеодезичних досліджень. Особливості аероагрономіки. Методи аналізу та інтерпретації отриманих даних та визначення на основі їх аналізу, індексу стресу рослин і вегетаційного індексу.

Використання FPV-дронів для висаджування саджанців дерев та насіння сільськогосподарських культур у ґрунт.

Методика побудови маршрутів агродронів з врахуванням особливостей рельєфу полів. Обслуговування дронів, які застосовуються у сільському господарстві.

Практична частина. Проведення аероагрозйомки сільськогосподарських локацій. Проектне завдання зі створення простого пристрою для посадки насіння, який кріпиться до нижньої частини дрону і висаджує насіння в ґрунт методом гравітаційно- повітряного розпилення.

Монтаж пристрою для посадки насіння на дрон, налаштування роботи пристрою для посадки насіння.

Створення польотного завдання з врахуванням особливостей рельєфу агролокації, на якій буде проводитися посадка.

Підсумкове заняття (2 год)

Теоретична частина. Підбиття підсумків роботи гуртка за рік. Відзначення кращих проєктів вихованців гуртка.

Практична частина. Виставка виконаних проєктів.

4.ПРОГНОЗОВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ

Вихованці мають знати:

- правила техніки безпеки під час роботи з технологічним обладнанням монтажу FPV-дронів;
- інтерфейс, основні функції, налаштування, можливості FPV-дронів Cetus, Cetus Pro, Cetus X або інших, які використовуються для реалізації завдань навчальної програми;
- інтерфейс, основні функції, можливості та налаштування FPV-окулярів VR02, VR03;
- основні етапи процесу збірки і монтажу FPV-дронів та їх послідовність виконання;
- типи і класифікацію FPV-дронів за формою рами;
- базові налаштування програми для прошивки польотних контролерів Betaflight;
- базові налаштування пульта керування BetaFPV SE2 та BetaFPV SE3.

Вихованці мають вміти:

- створювати політні завдання для FPV-дронів;
- проводити експлуатацію FPV-дронів ;
- моделювати віртуальні FPV-дрони у програмі-симуляторі польотів Litoff;
- виконувати програмну модернізацію існуючих моделей FPV-дронів;
- проводити аерофотовідеозйомку з FPV-дронів;
- створювати проєкт реального FPV-дрону;
- здійснювати самостійний пошук інформації за темою проєкту, використовуючи спостереження, довідники, посібники, енциклопедії, Internet-джерела;
- збирати, оброблювати, систематизувати інформацію за темами проєктів;
- здійснювати налаштування програмного забезпечення для зміни прошивки пульта керування та FPV-окулярів.

Вихованці мають набути досвід:

- пілотування FPV-квадрокоптерами на програмах-симуляторах польотів при різних режимах польоту;
- керування FPV-квадрокоптерами у реальному повітряному просторі при різних режимах польоту;
- налаштування FPV-квадрокоптера до польоту у реальному повітряному просторі при різних режимах польоту;
- виконання польотного завдання FPV-квадрокоптера для польоту у реальному повітряному просторі при різних режимах польоту;
- орієнтування в повітряному просторі при польоті з допомогою зображення, яке передається відеокамерою FPV дрона;
- проведення оцінки ситуації в повітряному просторі при польоті з допомогою зображення даних телеметрії (висота польоту, швидкість, заряд батареї, положення дрона відносно горизонту), яке передається відеокамерою FPV-дрона;
- проведення аерофотозйомки з допомогою відеокамери, встановленої на FPV-квадрокоптері у реальному повітряному просторі в різних режимах польоту;
- проведення доставки вантажів у задану точку з допомогою FPV-дрона у реальному повітряному просторі, з використанням різних режимів польоту;
- проведення екологічного моніторингу довкілля (якості повітря, стану земної поверхні) у реальному повітряному просторі з допомогою відеокамер та датчиків якості повітря, встановлених на FPV-квадрокоптері ;

- виконання практичних завдань з монтажу і налаштування FPV-квадрокоптера;
- використання програмного забезпечення для вирішення різноманітних технологічних завдань, для роботи з пристроями введення-виведення інформації, Інтернет-ресурсами;
- користування прикладним програмним забезпеченням Betaflight для програмування політних контролерів;
- виконання моделювання та виготовлення допоміжного обладнання для проектів.

5. МАТЕРІАЛЬНО – ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1) АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ:

- Комп'ютерний клас з ноутбуками або ПК (ЦП не нижче Core i3, RAM не нижче 8 Гб) - не менше 5 робочих місць;
- SMART-TV або проектор;
- Маркерна дошка;
- Принтер;
- Комплекти для навчання польотів на FPV-дронах Cetus, Cetus Pro, Cetus X або аналогічних (BetaFPV Aquila16 FPV Kit) - не менше 2-х комплектів.
- 3D-принтер;
- Набір комплектуючих для збірки FPV-дрона;
- Набір інструментів для збірки FPV-дрона;
- Стенди для тестування характеристик FPV-дрона у лабораторії;
- Доступ до інтернету.

2) ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ:

- Операційна система ПК не нижче Windows 7;
- Програма- симулятор польотів на FPV-квадрокоптері Litoff;
- ПЗ для 3D- принтера;
- Програма налаштування FPV-квадрокоптера до польоту Betaflight.

6. ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Ian Cinnamon. DIY Drones for the Evil Genius: Design, Build, and Customize Your Own Drones, Видавництво: McGrawHill 2016 с.176-Режим доступу: <https://profbook.com.ua/diy-drones.html>

Інформаційне забезпечення програми

Інтернет-ресурси:

1. <https://aerophoto.com.ua/uk/2021/05/24/istoriya-poyavleniya-i-razvitiya-dronov-dlya-vozdushnoj-semki-ot-kvadrokoptera-georgiya-botezata-do-nashih-dnej/>
2. <https://eco-city.org.ua/>
3. <https://www.youtube.com/watch?v=WXBQdcXHY8g>
4. <https://www.youtube.com/watch?v=E1AF35FtmjY>
5. <https://www.youtube.com/watch?v=fvMaHOev6zQ>
6. <https://www.youtube.com/watch?v=sw8pRztbcu4>
7. <https://www.youtube.com/watch?v=4Q97PETXJhE>
8. <https://www.youtube.com/watch?v=65ILAyM2Czc>
9. <https://www.youtube.com/watch?v=DErRb--Gw6k&list=PLJII2C5tYbZj86-5Pyjs9xT5-mwQ8s5J4&pp=iAQB>
10. <https://www.youtube.com/watch?v=GKgXEdUGEK4&t=604s>
11. <https://betaflight.com/>
12. <https://support.betafpv.com/hc/en-us/articles/22363626016921-Manual-for-Cetus-X-FPV-Kit-Betaflight-Version-F4-2S-15A-FC>
13. <https://www.youtube.com/watch?v=DS9ZKudTYJE>

14. https://support.betafpv.com/hc/en-us/article_attachments/4406163559321
15. https://support.betafpv.com/hc/en-us/article_attachments/4402173859609
16. <https://www.youtube.com/watch?v=QhdieIj6nAE>
17. <https://www.youtube.com/watch?v=US8rYxZ1YHw>
18. <https://www.youtube.com/watch?v=iOPs8roC9Vg>
19. <https://www.youtube.com/watch?v=ibfDalewMM8&t=183s>
20. https://motostuff.com.ua/products/kvadrokopter-betafpv-aquila16-fpv-kit/?utm_source=googlemc&utm_medium=cpc&utm_campaign=motostuff_tovarka&utm_idproduct=12702&utm_mainarticulproduct=39950&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwqdqvBhCPARIsANrmZhM7oUXEe_0XNzs2hu9ziFyR6DMt99qzDGr8ktSLdgRWEJWVMXz-48AaAjSIEALw_wcB

8. ДОДАТКИ

Додаток 1

Методичні рекомендації до роботи з програмою

Освітня програма побудована за спіральною структурою: у кожному розділі програми навчальні теми спочатку вивчаються найпростіші прийоми та методи керування, конструювання та застосування FPV-дронів у віртуальних програмах-симуляторах. У наступних навчальних темах аналогічні прийоми та методи керування та застосування FPV-дронів вивчаються у реальному політному просторі, а конструювання і налагодження відбувається в умовах реальної лабораторії. Зростає лише складність ландшафту, метеорологічних умов та технологій конструювання і налагодження. Така методика подачі навчального матеріалу дозволяє якісно формувати високий рівень предметних компетентностей вихованців.

Рекомендоване обладнання та програмне забезпечення

Рекомендується використання FPV-дронів Cetus, Cetus Pro, Cetus X, які зазвичай пропонуються у комплекті (дрон, відеоокуляри, пульт керування та набір акумуляторів) і готові для використання вже «з коробки». Можливе використання інших (Aquila 16, Meteor, Mobula, Emax) наборів, комплектуваних пультом керування, відеоокулярами та акумуляторами, які мають подібні до наборів Cetus характеристики, необхідні для реалізації завдань навчальної програми.

Для віртуальних польотів рекомендується програма-симулятор польотів дронів FPV Lutoff. Можливе використання додатково подібних програм-симуляторів.

Давачі моніторингу якості повітря та програмне забезпечення пропонуються до використання з проекту громадського моніторингу якості повітря Eco City.

Вступ

В цьому розділі розглядаються загальні питання техніки безпеки при експлуатації обладнання лабораторії та експлуатації БПЛА, класифікації БПЛА, аеродинаміки польоту мультикоптерних БПЛА, будови FPV-дронів квадрокоптерного типу, методи і системи дистанційного керування польотом мультикоптерних БПЛА, системи відеозв'язку «FPV-дрон-пілот», висвітлюються основні питання законодавства України, які регламентують правила застосування та пілотування БПЛА. Також проводяться демонстраційні польоти FPV-дронів, польоти FPV-дронів у віртуальних програмах-симуляторах.

Розділ 1. Основи льотної підготовки операторів FPV-дронів (70 год)

Тема 1.

Спочатку вивчаються найпростіші прийоми та методи керування у простих віртуальних середовищах для польоту програм-симуляторів (поле без перешкод, стадіон, тощо). Одночасно ці ж прийоми керування відпрацьовуються у межах невеликого приміщення на реальних польотах міні-FPV-дронів. Спочатку навчання проводиться без використання FPV-окулярів, потім з FPV-окулярами.

Тема 2.

На даному етапі проводиться навчання з керування FPV-дронами у реальному повітряному просторі у межах закритого приміщення (актового залу, спортивного залу, тощо), виконуються прості завдання з основ пілотування (підйом - посадка дрона, поворот, політ по прямій траєкторії, утримання висоти). Всі польотні завдання виконуються в FPV-окулярах.

Тема 3.

У даній темі на вищому рівні вивчаються більш складні методики польоту: політ по периметру приміщення, облітання перешкод по кривій

траєкторії, керування квадрокоптером у більш складних режимах польоту, проводиться фотовідеозйомка приміщення під час польоту.

Тема 4.

У даній темі розглядається створення політних завдань та виконання польотів у відкритому повітряному просторі (стадіон, спортивний майданчик) з урахуванням метеорологічних умов (наявність вітру, хмарність, вологість), природного ландшафту місцевості (будівельні конструкції, дерева). Всі польотні завдання цього етапу навчання виконуються в FPV-окулярах.

Тема 5.

У цій темі складність польотних завдань та рівень режимів польоту зростає (польоти в парковій зоні, в польових умовах), також зростає складність проєктів, які виконують вихованці - доставка вантажу у задану точку, аерофотозйомка місцевості. Всі польотні завдання також виконуються в FPV-окулярах.

Розділ 2.

Тема 6.

Навчальний процес з вивчення основ конструювання, монтажу та налагодження FPV-дронів будується в гуртку таким чином, що спочатку вихованці виконують конструкторські завдання з допомогою програм-симуляторів польоту на ПК, вивчають основні особливості підбору складових елементів FPV-дрона та місце їх розміщення (моторів та їх потужності, пропелерів, батарей електроживлення, форми та розмір рами, розміщення відеокамери, антен передавача відеосигналу та приймача сигналів керування, тощо), створюють віртуальну модель FPV-дрона (груповий, індивідуальний проєкт), тестують створену модель при віртуальних польотах у різних польотних режимах та віртуальних середовищах для польоту різного рівня складності (поле, ліс, завод, місто,

метро, тощо) захищають роботу або презентують її, проводять обговорення вдалих і хибних рішень, прийнятих при конструюванні і налагодженні.

Тема 7.

Наступний етап - конструювання, монтаж і налагодження реального FPV-дрону - виконується з використанням набору для збирання FPV-квадрокоптера керівником гуртка із залученням вихованців до всіх технологічних складових процесів конструювання, монтажу і налагодження дрону. Зібраний і налаштований до польотів FPV-дрон тестується в реальному польоті, після польотного тестування проводиться аналіз та виправлення недоліків, проводиться повторний тестовий політ (зліт-посадка, утримання висоти, політ по прямій та кривій траєкторії, повороти, розворот, фото- та відеофіксація предметів).

Тема 8.

Після повтненого тестового польоту проводиться частковий демонтаж FPV-дрона, з вихованців формуються малі групи, які конвеєрним методом під контролем керівника гуртка проводять монтаж і налагодження FPV-квадрокоптера, а потім під наглядом і керівництвом керівника гуртка проводять прості тестові польоти: зліт- посадка, політ по прямій траєкторії, повороти, утримання висоти. Далі на основі аналізу результатів тестових польотів проводиться виправлення недоліків монтажу та налагодження, корекція налаштувань польотного контролеру та регуляторів обертів моторів.

Розділ 3.

Тема 9.

При вивченні питань застосування дронів у різних сферах науки, техніки, технологій особливо звертається увага на соціально важливі сфери: екологічний моніторинг довкілля (моніторинг якості повітря, стану рослинного покриву ділянок земної поверхні, моніторинг забруднення земної поверхні

несанкціонованими звалищами побутових та промислових відходів, моніторинг техногенно небезпечних промислових об'єктів). На початку розглядається методика використання FPV-дронів для моніторингу якості повітря. Розглядаються різні типи давачів, які визначають ступінь забруднення повітря мікропилем (частки розміром 2,5 та 10 мікрон), шкідливими газоподібними оксидами (окис азоту, окис сульфуру) та газами (метан, сірководневий газ, чадний газ, вуглекислий газ). Також проводиться пояснення і демонстрація способів розміщення та підключення електроживлення давачів на дроні. Розглядаються різні методи передачі інформації про результати вимірів концентрації шкідливих домішок від давача до пілота (через екран по каналу телеметрії, через окремий радіоканал на дисплей смартфона чи планшетного ПК). В умовах приміщення проводиться вимір вмісту шкідливих речовин давачем, прикріпленим до дрона з передачею даних виміру на смартфон по WiFi-каналі. Окремо FPV-дроном проводиться моніторинг екологічного стану приміщення з допомогою відеокамери з відеофотофіксацією вмісту кімнатних сміттєвих кошиків.

Рекомендовано використовувати теоретичні матеріали та давачі, які застосовуються у проєкті моніторингу якості повітря Eco City.

Тема 10.

У даній темі висвітлюються аналогічні до вище розглянутих питання моніторингу якості повітря та чистоти довкілля, але вивчення методів контролю за забрудненням буде проводитися у відкритому навколишньому середовищі (двір будинку, паркова зона поблизу автотраси з інтенсивним рухом автотранспорту, місця розміщення контейнерів з побутовими відходами, берег річки).

Тема 11.

Отримуються знання про використання різних типів дронів для сільського господарства, методики внесення добрив на полях, методики здійснення аероагрономічних та аерогеодезичних досліджень, про особливості

аероагрозйомки. Розглядаються методи аналізу та інтерпретації отриманих даних та визначення на основі їх аналізу індексу стресу рослин і вегетаційного індексу.

Вивчається методика побудови маршрутів агродронів з врахуванням особливостей рельєфу полів та регламентне обслуговування дронів, які застосовуються у сільському господарстві. Тема передбачає вивчення альтернативних технологій посадки насіння рослин у ґрунт для покращення рослинного стану земної поверхні. Вихованці виконують проектне завдання зі створення простого пристрою для посадки насіння, який кріпиться до нижньої частини дрону і висаджує насіння в ґрунт методом гравітаційно-повітряного розпилення. Проводяться випробовування створених пристроїв та їх монтаж, також проводяться тестові польоти.

Підсумкове заняття

Проводиться підведення підсумків роботи гуртка за рік. Відзначаються кращі проекти вихованців гуртка. Проводиться міні-турнір пілотів FPV-дронів (віртуальні польоти у програмі Lutoff та реальні польоти на стадіоні та в парковій зоні). Проводиться виставка виконаних проєктів.

Додаток 2

Опис характеристик та інструкції з використання наборів FPV-дронів Cetus, Cetus Pro , Cetus X

Режим доступу

https://drive.google.com/drive/folders/1Uv_TpHyccnUEKKk88Ix4FgsEwkgRQYcv?usp=sharing