

ІНЖЕНЕРНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ АГРОДРОНІВ

Кафедра технічного сервісу та інженерного менеджменту
імені М. П. Момотенка

Факультет конструювання та дизайну

Лектор	Роговський Іван Леонідович
Семестр	2
Ступінь вищої освіти	Доктор філософії
Кількість кредитів ЄКТС	3
Форма контролю	Залік
Аудиторні години	30

Загальний опис дисципліни

Дисципліна «Інженерний менеджмент агродронів» забезпечує формування компетентностей з управління життєвим циклом безпілотних авіаційних систем. Курс орієнтований на дослідження надійності, оптимізацію параметрів експлуатації та інтеграцію БПЛА в кіберфізичні системи АПК. Особлива увага приділяється методології проектування флотів дрон-сервісів, інженерному супроводу та системному аналізу ефективності робочих органів робототехнічних комплексів.

Теми лекцій:

1. *Методологія інженерного менеджменту та системного аналізу БАС в АПК. Концепція PLM (Product Lifecycle Management) стосовно агродронів.* Кіберфізичні системи та стандарти їхньої інтеграції в агроінженерію.

2. *Аеродинаміка, міцність та оптимізація конструктивних параметрів агродронів.* Наукові основи проектування планерів та мультироторних платформ. Матеріалознавчі аспекти (композити, вуглеволокно) та топологічна оптимізація рам.

3. *Енергетичні системи та синергія силових установок агродронів.* Електрохімічні джерела живлення (Li-Po, Li-Ion, твердотільні батареї), водневі паливні елементи та гібридні двигуни. Оптимізація енергоспоживання.

4. *Наукові основи проектування та експлуатації інтелектуальних робочих органів агродронів.* Динаміка та гідроаеромеханіка систем ультрамалооб'ємного обприскування. Проектування форсунок, дозаторів та розкидачів корисного навантаження.

5. *Теорія надійності, відмовостійкості та фізика відмов агродронів.* Оцінка експлуатаційної надійності безпілотних платформ.

Резервування критичних вузлів (сенсорів, двигунів, польотних контролерів) та аналіз каскадних відмов.

6. *Роботизація флотів агродронів та групове управління (Swarm Intelligence)*. Математичні моделі взаємодії «дрон-дрон» та «дрон-наземна станція». Алгоритми автономного розподілу завдань у складі рою (флоту) агродронів.

7. *Інженерний супровід систем автономної навігації та RTK-позиціонування*. Аналіз похибок супутникових, інерціальних (IMU) та оптичних (кінетичних) систем орієнтації у просторі при виконанні точних технологічних операцій.

8. *Технічний сервіс, смарт-діагностування та предиктивне обслуговування БАС*. Оцінка деградації елементів (пропелерів, підшипників, АКБ) за допомогою вбудованих телеметричних даних та алгоритмів машинного навчання.

9. *Безпека кіберфізичних систем, сертифікація та оцінка інженерних ризиків*. Аналіз ризиків за методологією SORA (Specific Operations Risk Assessment). Нормативно-правове регулювання, стандартизація агродронів та захист каналів зв'язку від кібератак.

10. *Економіко-математичне моделювання та логістика інженерних дрон-сервісів*. Оптимізація інфраструктури (мобільні сервісні станції, автоматичні злітно-посадкові платформи). Розрахунок вартості володіння та життєвого циклу безпілотних технологічних комплексів.

Теми занять: (практичних)

1. *Топологічна оптимізація та розрахунок міцності рами агродрона*. Моделювання напружено-деформованого стану тримальних елементів конструкції при зльоті, маневрах та посадці в CAE-системах (Ansys/SolidWorks).

2. *CFD-моделювання аеродинаміки повітряних гвинтів та повітряних потоків*. Дослідження впливу турбулентних потоків від роторів (downwash) на характер розпилення робочої рідини форсунками.

3. *Гідродинамічний розрахунок та оптимізація параметрів системи ультрамалооб'ємного обприскування*. Визначення оптимального тиску, витрати рідини та дисперсності крапель залежно від швидкості польоту агродронів.

4. *Аналіз експлуатаційної деградації та моделювання процесу розряду акумуляторних батарей*. Прогнозування залишкового ресурсу (RUL) літій-полімерних батарей на основі логів струму, напруги та температури.

5. *Розробка та тестування алгоритмів автономного планування місії у середовищах симуляції (SITL/ROS/Gazebo)*. Математичне моделювання траєкторії руху агродрона з мінімізацією витрат енергії на розворотах.

6. *Аналіз логів польотного контролера (телеметрії) для смарт-діагностування відмов.* Ідентифікація аномалій у роботі двигунів та інерціальних датчиків (IMU) за допомогою обробки часових рядів (на прикладі логів Pixhawk/ArduPilot).

7. *Математичне моделювання надійності безпілотної авіаційної системи агродронів.* Побудова «дерева відмов» (FTA) та розрахунок ймовірності безвідмовної роботи агродронів з урахуванням структурного резервування.

8. *Оцінка та мінімізація ризиків експлуатації агродронів за методологією SORA.* Практичний розрахунок рівнів безпеки (SAIL) для специфічних операцій важких агродронів у сільській місцевості.

9. *Синтез алгоритму групової взаємодії (рою) агродронів для обробки полів складної конфігурації.* Імітаційне моделювання розподілу зон відповідальності між кількома автономними агродронами у середовищі MATLAB/Python.

10. *Розрахунок вартості життєвого циклу та оптимізація інфраструктури дрон-сервісу.* Математичне обґрунтування оптимальної кількості агродронів, мобільних зарядних станцій та сервісного обладнання для обслуговування заданої площі.