



Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



Навігація та управління БПЛА

Шифр та назва спеціальності

122 – Комп'ютерні науки

Інститут

ННІ Комп'ютерного моделювання, прикладної фізики та математики

Освітня програма

Комп'ютерні науки. Моделювання, проектування та комп'ютерна графіка

Кафедра

Комп'ютерне моделювання процесів та систем (162)

Рівень освіти

Бакалавр

Тип дисципліни

Вибіркова профільна

Семестр

8

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Успенський Валерій Борисович

valerii.uspenskyi@khpi.edu.ua

Доктор технічних наук, доцент

Автор та співавтор більш, ніж 120 наукових та методичних публікацій, 7 патентів. Провідний лектор з курсів: Теорія управління, Дослідження операцій, Математичні методи теорії штучного інтелекту, Методи штучного інтелекту в задачах управління БПЛА

[Докладніше на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Розглядаються основи, принципи, методи та алгоритми функціонування бортових систем навігація та управління польотом БПЛА. В лабораторному циклі відпрацьовуються навички програмування та налаштування обчислювальних алгоритмів функціонування інформаційних систем реального часу.

Мета та цілі дисципліни

Створити адекватне уявлення про роботу бортового обладнання сучасних БПЛА з метою можливої професійної діяльності у цій галузі.

Формат занять

Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота. Підсумковий контроль – залік.

Компетентності

ЗК1: Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу

ЗК2: Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК3: Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

- Здатність до створення та подальшого розвитку програмного забезпечення інформаційних систем реального часу в області техніки.
- Здатність брати участь у розробці програмно-математичного забезпечення для систем реального часу.

Результати навчання

ПР2: Використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об'єктів інформатизації

ПР6: Використовувати методи чисельного диференціювання та інтегрування функцій, розв'язання звичайних диференціальних та інтегральних рівнянь, особливостей чисельних методів та можливостей їх адаптації до інженерних задач, мати навички програмної реалізації чисельних методів

- Використовувати знання сучасних інформаційних технологій, що використовуються у транспорті, у своїй професійній діяльності

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредитів ECTS): лекції – 20 год., лабораторні заняття – 10 год., самостійна робота – 90 год., залік

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Дисципліна базується на знаннях та компетенціях, що набуває здобувач вищої освіти під час вивчення дисциплін: Алгоритмізація та програмування, об'єктно-орієнтоване програмування та проектування, обчислювальні методи, теорія управління.

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Методи навчання полягатимуть у використанні математичних моделей, методів та алгоритмів функціонування бортових систем БПЛА. Особливості навчання полягають у варіативності обрання інструментарію при виконанні лабораторних робіт. Студенти вільні обирати будь-які мови, технології та середовища програмування.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Лекція 1. Вступ. Загальні відомості

Структура курсу, мета та задачі. Основні поняття та визначення. Типи БПЛА, призначення, історія розвитку, вимоги. Склад бортового обладнання, інформаційна схема бортового комплексу.

Лекція 2. Математична модель керованого БПЛА, основні режими функціонування.

Геометрична та математична модель гібридного БПЛА: вектор стану, керуючі змінні, система рівнянь. Алгоритми та технологія моделювання. Структура систем навігації та управління (СНУ) БПЛА. Призначення та приладовий склад елементів СНУ. Типові режими управління. Неформальна постановка задачі побудови СНУ БПЛА.

Лекція 3: Система навігації БПЛА. Інерціальна система.

Класифікація, склад, характеристики, вимоги, принцип дії, алгоритми функціонування.

Інерціальна система навігації: склад датчиків та їх принцип дії, принцип інерціальної навігації, алгоритми функціонування, похибки навігації та засоби їх зменшення.

Лекція 4: Система супутникової навігації. Гібридна інерціально-супутникова навігаційна система (ГІСНС)

Історія розвитку, стан, структура, принцип та алгоритми функціонування супутникових радіонавігаційних систем (СРНС). Склад ГІСНС. Область використання, характеристики, принцип дії, алгоритми функціонування, переваги та недоліки, перспективні напрямки вдосконалення

Лекція 5: Метод комплексування інерціальної та супутникової інформації в ГІСНС

Структура фільтру Калмана, алгоритм реалізації, особливості використання в ГІСНС

Лекція 6: Система управління БПЛА. Калібрування навігаційних систем

Задачі та принципи управління БПЛА. Вимоги до системи управління. Склад та взаємодія елементів СУ. Режими управління. Поканалне управління.

Лекція 7-8: Підсистеми управління БПЛА.

Багатоконтурність та багатоканальність СУ БПЛА. Канал управління висотою, канал управління кутом курсу, канал управління кутами тангажу та крену.

Лекції 9. Інтегральний алгоритм управління польотом БПЛА

Постановка завдання, розрахунок потрібних кінематичних характеристик руху, реалізація руху уздовж призначеної траєкторії. Врахування збурень та перешкод. Вплив точності навігації на якість управління. Визначення критичних моментів для управління.

Лекція 10. Перспективи використання методів штучного інтелекту в СУ БПЛА.

Розробка нечітких та нейромережових регуляторів: основні етапи розробки, вимоги, формування бази правил та функцій приналежності, можливі схеми реалізації, множинність нейромереж в контурі управління, особливості навчання, технологія відпрацювання регуляторів, очікувані результати.

Теми практичних занять

Не передбачено навчальним планом

Теми лабораторних робіт

Робота 1: Моделювання спрощених алгоритмів інерціальної навігації 2D.

Робота 2: Моделювання алгоритмів комплексування інформації за допомогою дискретного фільтра Калмана

Робота 3: Моделювання регулятора висоти БПЛА за вимірами висотоміру з використанням фільтра Калмана

Робота 4: Моделювання спрощеної програми керованого польоту БПЛА

Самостійна робота

Студенти самостійно засвоюють теоретичний матеріал та здійснюють підготовку до виконання лабораторних робіт. До самостійної роботи віднесено вивчення тем: "Алгоритм комплексування надлишкової інформації". Результати вивчення використовуються в роботах №№2,3. "Динамічна математична модель керованого польоту БПЛА". Результати вивчення використовуються у роботі №4. Знання по кожній темі оцінюються від 0 до 10 балів у ході опитування при звітуванні робіт №№2,4

Література та навчальні матеріали

Основна:

1. Харченко В.П. Авіоніка безпілотних літальних апаратів / В.П.Харченко, В.І. Чепіженко, А.А.Тунік, С.В.Павлова. - К.: ТОВ "Абрис-принт", 2012. - 464с.
2. Подорожняк А. О. Дослідження системи управління безпілотних літальних апаратів / А.О.Подорожняк, Є.А.Волоцков, О.С. Шевцова // Сучасні інформавційні технології. - 2018. - Т.2, №3. - С.97-101.
3. Яровий О. В. Системи управління безпілотними літальними апаратами для здійснення моніторингу наземних об'єктів / О. В. Яровий // Системи управління, навігації та зв'язку. - 2018. - Вип. 3. - С. 33-38.
4. Філяшкін М.К. Інерціально-спутникові навігаційні системи / М.К.Філяшкін, В.О.Рогожин, А.В.Скрипець, Т.І.Лукінова. - К.: Вид-во НАУ, 2009. - 272 с.
5. Системи супутникової радіонавігації: монографія / В.В.Конін, В.П.Харченко; Національний авіаційний університет. - Київ: Холтех, 2010. - 520 с.

Додаткова:

1. Успенський В. Б. Розробка та комп'ютерна реалізація моделі руху та алгоритмів управління гібридного мультикоптера / В. Б. Успенський, С. Є. Гардер // Вісник Національного технічного

університету "ХПІ". Сер. : Динаміка і міцність машин = Bulletin of the National Technical University "KhPI". Ser. : Dynamics and Strength of Machines : зб. наук. пр. – Харків : НТУ "ХПІ", 2022. – № 1. – С. 94-106.

2. Методичні вказівки до лекцій за дисципліною: "Математичні методи штучного інтелекту" для студентів напряму комп'ютерної науки / укладачі Багмут І.О., Успенський В.Б. – Х.: НТУ «ХПІ», 2023. –100 с.

Навчальні матеріали:

1. Опис до лабораторних робіт.
2. Робочі матеріали кафедри.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Опитування за темами, що винесені до самостійної роботи - максимум $2 \times 10 = 20$ балів. Звіти з лабораторних робіт - максимум $4 \times 15 = 60$ балів. Залік з теорії від 0 до 20 балів.

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

28.08.2023

Завідувач кафедри
Дмитро БРЕСЛАВСЬКИЙ

28.08.2023

Гарант ОП
Оксана ТАТАРІНОВА