

Міністерство освіти і науки України
 Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
 “Харківський авіаційний інститут”
 кафедра Систем управління літальних апаратів (№ 301)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи

Володимир ПАВЛІКОВ

“ 31 ” 08 2021 р.

Відділ аспірантури і докторантури

СИЛАБУС ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Управління літальними апаратами в умовах невизначеності

Галузі знань: 03 Гуманітарні науки; 05 Соціальні та поведінкові науки; 10 Природничі науки; 12 Інформаційні технології; 14 Електрична інженерія; 13 Механічна інженерія; 15 Автоматизація та приладобудування; 17 Електроніка та телекомунікації.

Спеціальності: 033 Філософія; 051 Економіка; 103 Науки про Землю; 113 Прикладна математика; 121 Інженерія програмного забезпечення; 122 Комп'ютерні науки; 123 Комп'ютерна інженерія; 125 Кібербезпека; 142 Енергетичне машинобудування; 132 Матеріалознавство; 134 Авіаційна та ракетно-космічна; 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології; 172 Теле-комунікації та радіoeлектроніка; 173 Авіоніка

Освітньо-наукові програми: «Філософія», «Економіка», «Дистанційні аерокосмічні дослідження», «Прикладна математика», «Інженерія програмного забезпечення», «Інформаційні технології», «Комп'ютерна інженерія», «Кібер-безпека», «Матеріалознавство», «Авіаційна та ракетно-космічна техніка», «Енергетичне машинобудування», «Автоматизація, приладобудування та комп'ютерно-інтегровані технології», «Телекомунікації та радіoeлектроніка», «Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів»

Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)

Форма навчання: денна

Силабус введено в дію з 01.09.2021 року

Харків 2021

Розробник: Леонід КРАСНОВ, доцент кафедри Систем управління літальних апаратів, к.т.н., доцент


(підпис)

Гарант ОНП к.т.н., с.н.с.



Костянтин ДЕРГАЧОВ

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри Систем управління літальних апаратів

Протокол № 1 від “27” серпня 2021 р.

Завідувач кафедри 301 к.т.н., доцент



Костянтин ДЕРГАЧОВ

ПОГОДЖЕНО:

Завідувач відділу
аспірантури і докторантури



Володимир СЕЛЕВКО

В.о. Голови наукового товариства
студентів, аспірантів,
докторантів і молодих вчених



Семен ЖИЛА



Загальна інформація про викладача

Краснов Леонід Олександрович, кандидат технічних наук, доцент;

посада: доцент кафедри Систем управління літальних апаратів;

перелік дисциплін, які викладає: управління БПЛА в умовах невизначеності, управління транспортними потоками в умовах невизначеності, алгоритмічне і програмне забезпечення систем технічного зору, обробка зображень та відеоданих в системах технічного зору;

напрями наукових досліджень: системи управління ЛА, комп'ютерні системи технічного зору;

контактна інформація: ел. пошта l.krasnov@khai.edu.

2. Опис навчальної дисципліни

Семестр, в якому викладається дисципліна 1.

Обсяг дисципліни: 7.0 кредитів ЄКТС/210 годин, у тому числі аудиторних – 96 год., самостійної роботи здобувачів – 114 год.

Форма здобуття освіти – денна, дистанційна.

Дисципліна вибіркова.

Види навчальної діяльності – лекції, практичні заняття, лабораторні роботи.

Види контролю – поточний, модульний та підсумковий (семестровий) контроль (іспит).

Мова викладання – українська.

Пререквізити. Вища математика: диференціальне та інтегральне обчислювання; дії з комплексними числами в алгебраїчній та показовій формі; дослідження функцій. Основи моделювання систем авіації. Теорія автоматичного управління. Інформаційно-вимірювальні пристрої авіації. Приводи систем авіації. Системи управління літальними апаратами. Проектування систем управління.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета – підготовка фахівців, здатних розв'язувати завдання дослідницько-інноваційної діяльності у сфері авіації та систем управління літальних апаратів із застосуванням новітніх методів аналізу та розробки систем раціонального управління з метою адаптивної компенсації невизначених дестабілізацій внутрішнього та зовнішнього характеру шляхом глибокого

діагностування технічного стану та гнучкого відновлення працездатності системи.

Завдання – надбання теоретичних знань та практичних навичок застосування новітніх теоретичних і практичних методів побудови систем раціонального управління, що працюють в умовах випадкових дестабілізуючих впливів, експериментальних досліджень систем раціонального управління ЛА та їх складових з використанням сучасних комп'ютерних інструментальних засобів (Matlab з використанням пакетів Simulink) та дослідницьких стендів.

Згідно з вимогами освітньо-наукової програми аспіранти повинні досягти таких компетентностей:

- здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у галузі авіоніки та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях;
- здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру в галузі авіоніки, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних теоретичних та практичних досліджень;
- здатність застосовувати сучасні інформаційні технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності.

Очікувані результати навчання:

- мати передові концептуальні та методологічні знання в галузі адаптивних систем управління, авіоніки і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій;
- розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем в авіоніці, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у галузі авіоніки та дотичних міждисциплінарних напрямках.
- знати сучасні підходи та засоби моделювання досліджуваних об'єктів та процесів управління, в тому числі в аерокосмічній галузі, вміти створювати нові, вдосконалювати та розвивати методи математичного і комп'ютерного моделювання складних систем, оптимізації та прийняття рішень
- уміти планувати і виконувати теоретичні, практичні та експериментальні дослідження в галузі авіоніки та дотичних міждисциплінарних напрямків з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників
- знання і навички практичного застосування методів теорії раціонального управління динамічними об'єктами в умовах невизначеності різної природи, тобто для діагностування і компенсації

дестабілізуючих впливів зовнішнього та внутрішнього характеру, які виникають випадково у системі управління.

4. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1. Методологія раціонального управління станом об'єктів в умовах невизначеності подій.

Змістовий модуль 1. Методологія раціонального управління станом об'єктів в умовах невизначеності подій.

Тема 1. Концепція раціонального управління працездатністю об'єктів

Форма занять: лекції, лабораторні роботи, практичні заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження – 12 год.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер.

Теми практичних занять: Загальні положення теорії раціонального управління та етапи побудови системи раціонального управління. Аналіз методів сигнально-параметричного діагностування об'єктів раціонального управління. Синтез алгоритмів відновлення працездатності.

Теми лабораторних занять: бібліотеки системи Matlab для задач дослідження систем раціонального управління і моделювання невизначеностей.

Стисла анотація. Предмет навчання і задачі дисципліни «Управління ЛА в умовах невизначеності». Концепція раціонального управління працездатністю. Види невизначеностей при функціонуванні систем управління. Етапи побудови системи раціонального управління. Інструментальні засоби проектування систем раціонального управління. Сучасні напрямки експериментальних досліджень. Сигнально-параметричне діагностування об'єктів раціонального управління. Алгоритми відновлення працездатності.

Обсяг самостійної роботи здобувачів – 8 год.

Види робіт, що належать до самостійної роботи здобувача – опрацювання матеріалу лекцій, використання Internet, формування питань до викладача.

Тема 2. Моделювання літального апарата як об'єкта раціонального управління.

Форма занять: лекції, практичні та лабораторні заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження – 12 год.

Теми практичних занять: Визначення ступенів свободи, систем координат та режимів польоту для ЛА, що розглядається. Визначення сил та моментів, кінетичної енергії матеріальної системи. Лінеаризація математичної моделі. Формування діагностичних моделей.

Теми лабораторних занять: Моделювання номінального руху ЛА у певному режимі польоту. Модулювання видів випадкових дестабілізацій та їх впливу на номінальний рух ЛА.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер.

Стисла анотація. Методологія опису устрою і принципу дії літального апарату на прикладі ЛА нетрадиційної аеродинамічної схеми. Методика побудови математичної моделі руху ЛА. Лінеаризація моделі для задач діагностування. Формування діагностичних моделей. Моделювання руху ЛА з дестабілізацією. Методи та критерії оцінювання можливості діагностування.

Обсяг самостійної роботи здобувачів – 12 год.

Види робіт, що належать до самостійної роботи здобувача – опрацювання матеріалу лекцій, лабораторного та практичного матеріалів, формування питань до викладача.

Модульний контроль

Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).

Обсяг аудиторного навантаження: за необхідністю.

Обов'язкові предмети та засоби – комп'ютер.

Обсяг самостійної роботи здобувачів – 4 години. Підготовка до модульного контролю.

Модуль 2. Методи раціонального управління для автономних вимірювальних та навігаційних систем ЛА

Змістовий модуль 2. Методи раціонального управління для автономних вимірювальних та навігаційних систем ЛА.

Тема 3. Раціональне управління працездатністю блока гіроскопічних датчиків (БГД).

Форма занять: лекції, практичні та лабораторні заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження – 12 год.

Теми практичних занять: Побудова математичних моделей БГД у номінальному режимі. Побудова діагностичних моделей елементів БГД для пошуку класів і видів відмов. Алгоритмічне забезпечення діагностування. Методи відновлення працездатності БГД. Алгоритмічне забезпечення відновлення БГД.

Теми лабораторних занять: Експериментальні дослідження статичних і динамічних характеристик вимірювачів параметрів руху у складі БГД. Моделювання випадкових дестабілізацій у БГД. Моделювання і дослідження алгоритмічного забезпечення діагностування і відновлення БГД.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер, лабораторний стенд експериментальних досліджень характеристик комплексного блока гіроскопічних датчиків кутового руху ЛА.

Стисла анотація. Структура БГД як підсистеми у складі навігаційного комплексу ЛА. Математична модель БГД у номінальному режимі. Комплекс діагностичних моделей елементів БГД для діагностування, пошуку класів і видів відмов. Структура алгоритмічного забезпечення діагностування. Методи відновлення працездатності БГД. Структура алгоритмічного забезпечення відновлення БГД. Методика проведення експериментальних досліджень за алгоритмами діагностування і відновлення працездатності БГД.

Обсяг самостійної роботи здобувачів – 16 год.

Види робіт, що належать до самостійної роботи здобувача – опрацювання матеріалу лекцій, лабораторного та практичного матеріалів, формування питань до викладача.

Тема 4. Діагностування зовнішнього середовища автономних ЛА за візуальною інформацією.

Форма занять: лекції, практичні та лабораторні заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження – 12 год.

Теми практичних занять: Вибір методів діагностування зовнішнього середовища. Вибір засобів технічної реалізації. Методичне та алгоритмічне забезпечення визначення місцеположення автономного ЛА.

Теми лабораторних занять: Дослідження алгоритмів первинної обробки відеоінформації. Дослідження алгоритмів детектування об'єктів-маркерів у відеоданих та прив'язки до сцени місцевості і систем координат.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер, лабораторні стенди з дослідження комп'ютерних підсистем технічного зору.

Стисла анотація. Особливості підходу до діагностування зовнішнього середовища як однієї із задач навігації ЛА. Постановка задачі діагностування зовнішнього середовища безпілотних ЛА. Методика вирішення задачі визначення місцеположення автономного ЛА із системою технічного зору. Виявлення та локалізація візуального орієнтира підсистемою технічного зору автономного ЛА.

Обсяг самостійної роботи здобувачів – 12 год.

Види робіт, що належать до самостійної роботи здобувача - опрацювання матеріалу лекцій, лабораторного та практичного матеріалів, формування питань до викладача.

Тема 5. Бесплатформенні інерціальні навігаційні системи (БІНС) з раціональним управлінням надмірними ресурсами.

Форма занять: лекції, практичні та лабораторні заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження – 24 год.

Теми практичних занять: Методика побудови математичної моделі вимірювального блока. Побудова алгоритмів орієнтації БІНС. Конструкція експериментальної БІНС. Побудова математичної моделі каналу навігації БІНС. Побудова діагностичної моделі БІНС для пошуку несправного датчика. Теми лабораторних занять: Моделювання алгоритмів орієнтації БІНС в среде Matlab/Simulink та аналіз результатів. Експериментальне дослідження впливу

надмірності датчиків на точність і ресурсні характеристики БІНС. Моделювання каналу навігації БІНС в середовищі Matlab / Simulink. Експериментальне дослідження БІНС з неортогональним розташуванням датчиків.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер, лабораторні стенди експериментальних досліджень характеристик комплексованих БІНС.

Стисла анотація. БІНС з неортогональним розташуванням датчиків. Особливості визначення кутів орієнтації відносно центру мас. Математична модель вимірювального блока. Комплексування блока датчиків каналу орієнтації. Алгоритми орієнтації БІНС. Математична модель каналу навігації БІНС. Конструкція експериментальної БІНС. Методи, засоби і технології комп'ютерного моделювання БІНС та експериментальних досліджень характеристик і алгоритмів БІНС. Побудова діагностичної моделі БІНС. Алгоритм пошуку несправного вимірювача.

Обсяг самостійної роботи здобувачів – 24 год.

Види робіт, що належать до самостійної роботи здобувача – опрацювання матеріалу лекцій, лабораторного та практичного матеріалів, формування питань до викладача.

Модульний контроль

Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).

Обсяг аудиторного навантаження: за необхідністю.

Обов'язкові предмети та засоби – комп'ютер.

Обсяг самостійної роботи здобувачів – 4 години. Підготовка до модульного контролю.

Модуль 3. Методи раціонального управління працездатністю блоків виконавчих пристроїв ЛА в умовах невизначених дестабілізацій

Змістовий модуль 3. Методи раціонального управління працездатністю блоків виконавчих пристроїв ЛА в умовах невизначених дестабілізацій.

Тема 6. Раціональне управління працездатністю сервопривода (СП) ЛА.

Форма занять: лекції, практичні та лабораторні заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження – 12 год.

Теми практичних занять: Побудова математичної моделі СП у номінальному режимі. Побудова діагностичних моделей елементів СП для пошуку класів і видів відмов. Алгоритмічне забезпечення діагностування. Методи відновлення працездатності СП. Алгоритмічне забезпечення відновлення СП. Теми лабораторних занять: Експериментальні дослідження статичних і динамічних характеристик СП. Моделювання випадкових дестабілізацій у роботі СП. Моделювання і дослідження алгоритмічного забезпечення діагностування і відновлення СП.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер, лабораторний стенд експериментальних досліджень характеристик сервопривода ЛА.

Стисла анотація. Структура СП як підсистеми у складі системи управління ЛА. Математична модель СП у номінальному режимі. Комплекс діагностичних моделей елементів СП для діагностування, пошуку класів і видів відмов. Структура алгоритмічного забезпечення діагностування. Способи відновлення працездатності СП. Структура алгоритмічного забезпечення відновлення СП. Методика проведення експериментальних досліджень за алгоритмами діагностування і відновлення працездатності СП. Обсяг самостійної роботи здобувачів – 8 год.

Види робіт, що належать до самостійної роботи здобувача – опрацювання матеріалу лекцій, лабораторного та практичного матеріалів, формування питань до викладача.

Тема 7. Раціональне управління працездатністю макетного блока електромаховичних приводів (ЕМП) космічного ЛА.

Форма занять: лекції, практичні та лабораторні заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження – 12 год.

Теми практичних занять: Побудова математичних моделей ЕМП у номінальному режимі. Побудова діагностичних моделей елементів ЕМП для пошуку класів і видів відмов. Алгоритмічне забезпечення діагностування. Методи відновлення працездатності ЕМП. Алгоритмічне забезпечення відновлення ЕМП.

Теми лабораторних занять: Експериментальні дослідження статичних і динамічних характеристик ЕМП. Моделювання випадкових дестабілізацій у роботі ЕМП. Моделювання і дослідження алгоритмічного забезпечення діагностування і відновлення ЕМП.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер, лабораторний стенд експериментальних досліджень характеристик надмірного блока ЕМП.

Стисла анотація. Компонувачні схеми блоків ЕМП. Структура надмірного блока ЕМП СП як підсистеми у складі системи управління ЛА космічного призначення. Математична модель ЕМП у номінальному режимі. Комплекс діагностичних моделей елементів ЕМП для діагностування, пошуку класів і видів відмов. Структура алгоритмічного забезпечення діагностування. Способи відновлення працездатності СП. Алгоритмічне забезпечення відновлення працездатності надмірного блока ЕМП. Методика проведення експериментальних досліджень алгоритмів діагностування і відновлення працездатності блока ЕМП.

Обсяг самостійної роботи здобувачів – 16 год.

Види робіт, що належать до самостійної роботи здобувача – опрацювання матеріалу лекцій, лабораторного та практичного матеріалів, формування питань до викладача.

Модульний контроль

Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).

Обсяг аудиторного навантаження: за необхідністю.

Обов'язкові предмети та засоби – комп'ютер.

Обсяг самостійної роботи здобувачів – 4 години. Підготовка до модульного контролю.

5. Методи навчання

Словесні: пояснення, навчальна дискусія. Наочні: презентації, ділові ігри. Практичні: лабораторні та практичні роботи. Індивідуальні консультації.

6. Методи контролю

Поточний контроль – відповідно до змістових модулів і тем у вигляді письмового опитування; усного опитування; тестування.

Підсумковий (семестровий) контроль – у вигляді письмового іспиту.

7. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0	4	0
Робота на практичних заняттях	0...2	4	0...8
Виконання і захист лабораторних робіт	0...3	4	0...12
Модульний контроль	0...5	1	0...5
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0	4	0
Робота на практичних заняттях	0...2	8	0...16
Виконання і захист лабораторних робіт	0...3	8	0...24
Модульний контроль	0...10	1	0...10
Змістовний модуль 3			
Робота на лекціях	0	4	0
Виконання і захист практичних робіт	0...2	4	0...8
Виконання і захист лабораторних робіт	0...3	4	0...12
Модульний контроль	0...5	1	0...5
Усього за семестр			0...100

Під час складання семестрового іспиту аспірант має можливість отримати максимум 100 балів. Білет для іспиту складається з одного теоретичного питання (30 балів), одного практичного питання (30 балів) та одного лабораторного завдання, яке необхідно виконати на комп'ютері (40 балів).

Критерії оцінювання роботи аспіранта протягом семестру

1. Відмінно (90÷100 балів) виставляється аспіранту:

1.1 Який твердо знає: базові поняття і принципи, що відносяться до дисципліни. Захистив всі практичні, лабораторні завдання та індивідуальне завдання, виконав усі модульні завдання з оцінкою «відмінно», має тверді практичні навички роботи на ПЕОМ з пакетом Матлаб. Вільно користується навчальною та науково-технічною літературою з питань дисципліни. Вміє логічно і чітко скласти свою відповідь, розв'язати практичне та лабораторне завдання.

1.2 Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе при неточних формулюваннях у відповідях на додаткові запитання, які були поставлені перед ним.

2. Добре (75÷89 балів) виставляється аспіранту:

2.1 Який має достатньо глибокі знання з теоретичної частини дисципліни. Захистив всі практичні, лабораторні завдання та індивідуальне завдання, виконав усі модульні завдання з оцінкою «добре», має практичні навички роботи на ПЕОМ з пакетом Matlab. Правильно розв'язує практичні завдання, його відповіді не є чіткими.

2.2 Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе при неповних відповідях на теоретичні або практичні запитання.

3. Задовільно (60÷74 бали) виставляється аспіранту:

3.1 Який слабо володіє теоретичним матеріалом, має мінімум знань та умінь, допускає помилки у вирішенні практичних завдань. Захистив всі практичні, лабораторні завдання та індивідуальне завдання, виконав усі модульні завдання, має не впевнені практичні навички роботи на ПЕОМ з пакетом Matlab.

3.2 Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе за неточні та неповні відповіді на теоретичні та практичні запитання.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит	Залік
90 – 100	відмінно	зараховано
75 – 89	добре	

60 -74	задовільно	
0 – 59	незадовільно	незараховано

8. Політика навчального курсу

Відпрацювання пропущених занять відбувається відповідно до розкладу консультацій, за попереднім погодженням з викладачем. Питання, що стосуються академічної доброчесності, розглядає викладач або за процедурою, визначеною у Положенні про академічну доброчесність.

9. Методичне забезпечення

1. Конспект лекцій з дисципліни.
2. Методичні вказівки і завдання до виконання лабораторних робіт з дисципліни (кафедральні розробки).
3. Методичні вказівки і завдання до виконання практичних робіт з дисципліни (кафедральні розробки).

10. Рекомендована література

Базова

1. Kulik, A. S., Dzhulgakov, V. G. Rational Control of Objects with Uncertain Dynamics / A. S. Kulik, V. G. Dzhulgakov // *Авіаційно-космічна техніка і технологія. Науково-технічний журнал.* – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2019. – №3(155) – С. 4–14.
2. Рогожин, В.О. Пілотажно-навігаційні комплекси повітряних суден [Текст] / В.О Рогожин, В.М. Синеглазов, М.К. Філяшкін. – К.: Книжкове видавництво НАУ, 2005. – 316 с.
3. УДК 016 : [629.7.014 : 623.746.519] Безпілотні літальні апарати та безпілотні авіаційні комплекси : наук.-допом. бібліогр. покажч. / ДНТБ України, Інформаційно-бібліографічний відділ. - К., 2019. – 83 с.
4. Пархоменко, А. В. Дослідження та розробка вбудованої системи автоматизованого управління безпілотним мотодельтапланом / А. В. Пархоменко, О. М. Гладкова, С. І. Таран // *Наукові праці Донецького національного технічного університету : всеукр. наук. зб.* – Покровськ, 2018. – № 1 (26). – С. 71-79.
5. Подорожняк А. О. Дослідження системи управління безпілотних літальних апаратів / А. О. Подорожняк, Є. А. Волоцков, О. С. Шевцова // *Сучасні інформаційні системи.* – 2018. – Т. 2, № 3. – С. 97-101.
6. Методологія ситуаційного колективного управління пілотованими і безпілотними літальними апаратами в єдиному повітряному просторі : наук. матеріали [в 3-х т.] / Харченко В. П., Шмельова Т. Ф., Знаковська Є. А. та ін. ; за ред. Харченко В. П. ; Нац. авіац. ун-т, Каф. аеронавігац. систем. - К. : [НАУ], 2017. - Т. 2 : Інтегровані корпоративні моделі для колективного управління

пілотованими і БПЛА в єдиному повітряному просторі в умовах ризику і невизначеності. - К., 2017. - 119 с.

7. Краснов, Л. О. Основи побудови сучасних мобільних систем технічного зору: навч. посіб. Ч. 2. / Л. О. Краснов, К. Ю. Дергачов, С. В. Багинський Обробка зображень і відеоданих. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2018. – 92 с.

8. Mogens Blanke/ Diagnosis and Fault-Tolerant Control / Mogens Blanke, Micahael Kinnaert, Jan Lunze, Marcel Staroswiecki.- Springer. Berlin Heidelberg New York. – 2006. – 672 p.

9. Randal W. Beard. Small unmanned aircraft. Theory and Practice / Randal W. Beard, Timothy W. McLain /-Princeton University Press Princeton and Oxford. – 2012. – 300 p.

Допоміжна

1. Субота, А. М., Фірсов, С. М. Функціональні системи і інформаційно-вимірювальні комплекси аерокосмічної техніки. Частина 2. Навчальний посібник по лабораторному практикуму. [Текст] / А. М. Субота, С. М. Фірсов. – Х.: Національний аерокосмічний. ун-т «ХАІ», 2005. – 55с.
2. Субота А.М. Пілотажно-навігаційні комплекси [Текст]: навч. посіб. до лаб. практикуму/ А. М. Субота, В. Г. Джулгаков. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т». 2018. – 60с.
3. Субота, А. М. Пілотажно-навігаційні комплекси [Текст]: Конспект лекцій / А. М. Субота, В. Г. Джулгаков, Д. В. Сокол. – Харків: Нац. аерокосм. ін-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2021. – 128 с.
4. Пат. 116162 Україна, МПК G05D 1/10, G05B 13/02. Система автоматичного раціонального керування: / А. С. Кулік, І. А. Кулік; Заявник і власник пат. Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т». № 116162; заявл. 04.04.16, опубл. 12.02.18, Бюл. № 3. – 6 с.

11. Інформаційні ресурси

1. Сайт кафедри 301: k301.khai.edu