

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

 В. В. Павліков
 2021 р.

Відділ аспірантури і докторантури

СИЛАБУС ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Пілотажно-навігаційні комплекси

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 радіоелектроніка; 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 радіоелектроніка», «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: Анатолій Субота, професор кафедри Систем управління літальних апаратів, к.т.н., доцент


(підпис)

Гарант ОНП к.т.н., доцент  К.Ю. 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  К.Ю. Дергачов

ПОГОДЖЕНО:
Завідувач відділу аспірантури і докторантури  В. Б. Селевко

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



Загальна інформація про викладача

Субота Анатолій Максимович, кандидат технічних наук, доцент;

посада: професор кафедри Систем управління літальних апаратів;

перелік дисциплін, які викладає: дистанційно керовані приводи літальних апаратів, сучасні методи побудови і моделювання систем управління, пілотажно-навігаційні комплекси, аеродромне обладнання, прилади та авіаційні електронні системи. напрями наукових досліджень: системи управління ЛА та їх складових;

контактна інформація: ел. пошта a.subota@khai.edu.

2. Опис навчальної дисципліни

Семестр, в якому викладається дисципліна 4 .

Обсяг дисципліни: 5.0 кредитів ЄКТС/150 годин, у тому числі аудиторних – 96 год., самостійної роботи здобувачів – 54 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. Прилади літальних апаратів. Аеродромне обладнання. Системи управління літальними апаратами.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета – підготовка фахівців здатних розв'язувати завдання дослідницько-інноваційної діяльності у сфері авіоніки із застосуванням новітніх методів експериментальних досліджень стосовно систем управління ЛА та їх складових у відповідності до обґрунтування складу, точностних характеристик, похибок, показників якості, законів керування для різних режимів польоту, методів контролю, діагностики і відмово стійкості.

Завдання – надбання теоретичних знань та практичних навичок застосування новітніх теоретичних і практичних методів, експериментальних досліджень стосовно пілотажних та навігаційних систем управління ЛА з використанням сучасних комп'ютерних інструментальних засобів (Matlab з використанням пакетів Simulink, Fuzzy Logic Toolbox та інших)..

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 дотримуватись етики досліджень, а також правил академічної доброчесності в наукових дослідженнях та науково-педагогічній діяльності.

Очікувані результати навчання:

уміти планувати і виконувати теоретичні, практичні та експериментальні дослідження в галузі авіоніки та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо проблем вибору і обґрунтуванню складу ПНК, його складових, взаємодії з системами управління повітряним рухом, вимог ІКАО для різних режимів польоту, підвищенню точності та відмовостійкості як пілотажного так і навігаційного комплексів, знати і розуміти загальні принципи, методи, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях.

4. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1. Принципи побудови та математичні моделі складових пілотажно-навігаційних комплексів.

Змістовий модуль 1. Призначення, принципи побудови та основні алгоритми обробки інформації.

Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Пілотажно-навігаційні комплекси».

Форма занять: лекції, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження -4 год.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер.

Стисла анотація. Предмет навчання і задачі дисципліни «Пілотажно-навігаційні комплекси». Основні етапи розвитку і становлення ПНК як науки. Основні принципи побудови ПНК. Інтеграція та комплексна обробка інформації як засіб підвищення ефективності та безпеки польотів. Призначення та задачі, що вирішують ПНК. Базові структури ПНК. Інтеграція пілотажно-навігаційного обладнання за функціональним призначенням на базі

БЦОМ. Тактико-технічні вимоги до ПНК з урахуванням режимів зчислення шляху та використання відповідних систем корекції.

Обсяг самостійної роботи здобувачів -4 год.

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

Тема 2. Призначення, принципи побудови основних підсистем пілотажно-навігаційних комплексів та їх математичне моделювання.

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

Обсяг аудиторного навантаження -12 год.

Теми практичних занять: авіаційна інженерна психологія та її науковий зміст в забезпеченні високого рівня безпеки польотів і ефективної експлуатації авіаційної техніки, оператор як ланка системи управління та його основні характеристики..

Теми лабораторних занять: дослідження впливу характеристик оператора на показники якості автопілотів ЛА та їх порівняльний аналіз з показниками якості автопілотів автоматичного типу. Дослідження показників якості автопілотів у часовій і частотній областях з використанням засобів адаптації.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер.

Стисла анотація. Методологія та методи теоретичного здобуття математичних моделей складових ПНК, їх експериментальне дослідження та аналіз основних показників у відповідності до навігаційних вимог ПНК та його складових, моделювання діяльності оператора як складова частина інженерно-психологічного проектування системи оператор-машина-середовище.

Обсяг самостійної роботи здобувачів 4 год.

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

Тема 3. Математичні моделі підсистем ПНК. Критерії оптимальності.

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

Обсяг аудиторного навантаження -16 год.

Теми практичних занять: системи координат, що використовуються при побудові ПНК, їх взаємозв'язок та перетворення, розробка математичних моделей автономних підсистем ПНК, критерії оптимізації ПНК як інструмент досягнення максимальної ефективності.

Теми лабораторних занять: експериментальні дослідження статичних і динамічних характеристик вимірювачів параметрів руху і курсових систем.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер, лабораторні стенди експериментальних досліджень статичних і динамічних характеристик датчиків кутової швидкості, акселерометрів кутових і лінійних прискорень, курсових систем, центральних гіроскопічних вертикалей, гіростабілізаторів.

Стисла анотація. Розглядаються такі системи координат як геодезична, географічна, траекторна, зв'язана, прямокутна, ортодромічна та інші, їх недоліки і переваги при використанні в ПНК, перетворення систем координат за допомогою матриць напрямних косинусів, розробка математичних моделей датчиків параметрів руху автономних систем з використанням динамічних рівнянь Єйлера, рівнянь Лагранжа, математичні форми критеріїв оптимізації, що представляють собою функціонали або функції векторів стану, векторів управління та задавальних впливів. Проведення експериментальних досліджень.

Обсяг самостійної роботи здобувачів 5 год.

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

Тема 4. Основні алгоритми обробки інформації в ПНК.

Форма занять: лекції, практичні заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження -12 год.

Теми практичних занять: побудова структурних схем при вирішенні задач у відповідності до заданих алгоритмів оцінювання похибок вимірювання, вирішення конкретних завдань з урахуванням тактико-технічних характеристик вимірювачів параметрів руху ЛА.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер.

Стисла анотація. Загальна характеристика алгоритмів обробки навігаційної інформації, методика їх розробки та порівняльного аналізу. Здобуття навиків використання конкретних алгоритмів у відповідності до тактико-технічних характеристик заданих вимірювачів параметрів руху Схеми компенсації, їх структура та алгоритми оцінювання похибок вимірювання. Схеми фільтрації, їх структура та алгоритми оцінювання похибок. Алгоритми оцінювання за методом найменших квадратів. Алгоритми оцінювання за методом максимуму правдоподібності. Рекурентний метод обробки інформації. Варіанти побудови систем обробки інформації, що мають надлишкову структуру вимірювачів параметрів руху літака та оцінка їх похибок. Особливості побудови безперервного оптимального фільтра Калмана.

Обсяг самостійної роботи здобувачів 5 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 – 2 години. Підготовка до модульного контролю.

Модуль 2. Автоматизація управління на різних етапах польоту.

Змістовий модуль 2. Автоматизація управління на різних етапах польоту.

Тема 5. Функціонування ПНК на етапах злету, посадки та набору висоти.

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

Обсяг аудиторного навантаження – 14 год.

Теми практичних занять: методи управління, бортові та наземні системи управління злетом та посадкою літаків на злетно-посадкову смугу (ЗПС).

Теми лабораторних робіт: дослідження процесів автоматичного заходу на посадку з використанням різних законів управління посадкою і наявності курсових, глісадних і приводних маяків систем посадки типів СП, ILS.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер;

Стисла анотація. Задачі, що вирішуються ПНК на етапі зльоту, посадки та набору висоти. Автоматизація управління на етапі зльоту та набору висоти: автоматизація процесів управління на етапі розбігу; автоматизація управління при зльоті, посадці і етапі набору висоти. Загальна характеристика систем автоматичного і директорного заходу на посадку і передпосадкового маневрування, закони керування у бічному і поздовжньому рухах при заході на ЗПС, особливості побудови і функціонування наземного обладнання управління ЛА у просторі, автоматизація управління на етапі набору висоти і її стабілізації.

Обсяг самостійної роботи здобувачів 6 год.

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

Тема 6. Функціонування ПНК на етапі польоту за маршрутом.

Форма занять: лекція, практичні і лабораторні заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження -14 год.

Теми практичних занять: визначення систем координат місцеположення ЛА за допомогою радіонавігаційних засобів, методика їх перетворення у відповідності до задач, що вирішуються ПНК при виконанні маршрутного польоту.

Теми лабораторних занять: дослідження показників якості систем управління швидкістю руху ЛА, систем стабілізації висоти, визначення точності координат і дальності до ЛА за допомогою двох РНС відносно прямокутної системи координат, визначення точності координат і дальності до ЛА за допомогою різницевої дальномірної гіперболічної навігаційної системи.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер.

Стисла анотація. Задачі, що розв'язуються за допомогою ПНК на етапах польоту за маршрутом, основні засоби визначення систем координат місцеположення ЛА у просторі за допомогою радіонавігаційних систем, їх порівняльний аналіз.

Обсяг самостійної роботи здобувачів 6 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 - відсутні.

Обсяг самостійної роботи здобувачів – 2 години. Підготовка до модульного контролю.

Модуль 3.Навігаційні системи. Підвищення ефективності ПНК та його складових.

Змістовий модуль 3. Методи зчислення шляху та підвищення ефективності ПНК і його складових.

Тема 7. Методи зчислення шляху.

Форма занять: лекції, практичні заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження – 9 год.

Тема практичних занять:розробка функціональних схем навігаційних автоматів згідно з заданим методом зчислення шляху.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер;

Стисла анотація: Основні задачі навігації. Системи зчислення шляху: тримірне зчислення шляху у прямокутній системі координат, двомірне зчислення шляху у горизонтальній умовній системі координат, двомірне зчислення шляху у геоцентричній та географічній системах координат, двомірне зчислення шляху у полярній горизонтальній системі координат, двомірне зчислення шляху у полярно-геоцентричній системі координат. Доплерівські навігаційні автомати. Математична постановка завдання оптимізації результатів наукового дослідження різних методів зчислення шляху.

Обсяг самостійної роботи здобувачів – 6 год.

Види робіт, що належать до самостійної роботи здобувача - опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до практичних занять, формування питань до викладача.

Тема 8. Інерціальні навігаційні системи.

Форма занять: лекції, практичні заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження – 8 год.

Тема практичних занять: дослідження методів визначення параметрів руху ЛА у прсторі за допомогою ІНС.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер.

Стисла анотація: Основи інерціальної навігації. Принципове рішення задачі створення інерціальної навігаційної системи, математичний опис функціонування ІНС, загальна блок-схема, математична модель функціонування ІНС, основні класи ІНС, платформенні та безплатформенні ІНС (БІНС), принцип роботи та основні уніфіковані схеми. Алгоритми визначення параметрів орієнтації БІНС.

Обсяг самостійної роботи здобувачів – 6 год.

Види робіт, що належать до самостійної роботи здобувача - опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до практичних занять, формування питань до викладача.

Тема 9. Підвищення ефективності ПНК та його складових.

Форма занять: лекції, практичні заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження – 7 год.

Тема практичних занять: принципи побудови систем забезпечення відмово стійкості на основі апаратних та алгоритмічних методів діагностування ПНК та його окремих функціональних вузлів.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер.

Стисла анотація: проектування сучасних систем управління ЛА з точки зору забезпечення основної цільової функції у процесі експлуатації повинна задовольняти усім показникам якості при умові забезпечення відмово стійкості на заданому відрізку часу; проаналізовані загальні принципи проектування відмово стійких систем відносно напрямів Continuum, Fault Tolerant, Control by Diagnosis та розглянуто можливі конкретні апаратні та алгоритмічні методи забезпечення відмово стійкості як окремих функціональних елементів ПНК так і його підсистем.

Обсяг самостійної роботи здобувачів – 6 год.

Види робіт, що належать до самостійної роботи здобувача - опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до практичних занять, 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 - відсутні.

Обсяг самостійної роботи здобувачів – 2 години. Підготовка до модульного контролю.

6. Методи навчання

Словесні: пояснення, навчальна дискусія. Наочні: презентації, ділові ігри.

Практичні: лабораторні та практичні роботи. Індивідуальні консультації.

7. Методи контролю

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

Підсумковий (семестровий) контроль – у вигляді письмового іспиту.

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують аспіранти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	8	0...8
Виконання і захист практичних робіт	0...4	2	0...8
Виконання і захист лабораторних робіт	0...5	5	0...25
Модульний контроль	0...4	1	0...4
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	4	0...4
Виконання і захист практичних робіт	0...4	2	0...8
Виконання і захист лабораторних робіт	0...5	3	0...15
Модульний контроль	0...3...	1	0...4
Змістовний модуль 3			
Робота на лекціях	0...1	4	0...4
Виконання і захист практичних робіт	0...4	4	0...16
Виконання і захист лабораторних робіт	-	-	-
Модульний контроль	0...4	1	0...4
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 Матлаб. 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 Матлаб.

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

9. 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.

10. 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).

11. Рекомендована література

Базова

1. Рогожин, В.О. Пілотажно-навігаційні комплекси повітряних суден [Текст] / В.О Рогожин, В.М. Синєглазов, М.К. Філяшкін. – К.: Книжкове видавництво НАУ, 2005. – 316с.
2. Синєглазов, В.М., Філяшкін, М.К. Автоматизовані системи управління повітряних суден. [Текст] / В.М. Синєглазов, М.К. Філяшкін. – К.: Книжкове видавництво НАУ, 2004. – 502с.
3. Субота А.М. Пілотажно-навігаційні комплекси [Текст]: навч. посіб. до лаб. практикуму/ А.М.Субота, В.Г.Джуглаков.- Харків:Нац. аерокосм. ун-т ім.М.Є.Жуковського «Харків. авіац. ін-т». 2018.-60с.
4. 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.
5. Субота А.М. Пілотажно-навігаційні комплекси [Текст]: лекції. / А.М.Субота, В.Г.Джуглаков, Д. В. Сокол. – Харків: Нац. аерокосм. ін-т ім. М.Є.Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2021. 72с
6. Скрипець А. В. Основи авіаційної інженерної психології [Текст]:навч. посіб. / А.В. Скрипець.- К: НАУ, 2002. – 532с.
7. 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.

8. 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.
9. Mogens Blanke/ Diagnosis and Fault-Tolerant Control / Mogens Blanke, Micahael Kinnaert, Jan Lunze, Marcel Staroswiecki.- Springer. Berlin Heidelberg New York.- 2006/-672p.
10. Randal W. Beard. Small unmanned aircraft. Theory and Practice / Randal W. Beard, Timothy W. McLain. -Princeton University Press Princeton and Oxford.- 2012.- 300p.

Допоміжна

1. Субота, А.М. Аеродромне обладнання [Текст]:зб. практ. занять / А.М. Субота, В.Г. Джулгаков. – Харків: Нац. аэрокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т",2019. – 96с.
2. Кравчук О.В. Навігаційне забезпечення військ. Довідник / О.В.Кравчук, О.Г. Міхно / К.: ЦУВТН ГУОЗ КСП ЗСУ. – 2006.-416с.
3. Siouris, George M. Missile Guidance and Control Systems / George M. Siouris. –Springer – Verlag New York. Inc.- 2004.- 666p.

12. Інформаційні ресурси

1. Сайт кафедри 301: k301.khai.edu_____