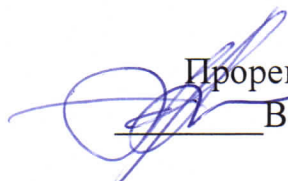


Міністерство освіти і науки України  
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського  
“Харківський авіаційний інститут”  
кафедра Систем управління літальних апаратів (№ 301)

 **ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Проректор з наукової роботи  
Володимир ПАВЛЮКОВ  
2021 р.

Відділ аспірантури і докторантури

## СИЛАБУС ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### Методи сучасної теорії автоматичного управління

**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 Телекомунікації 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»

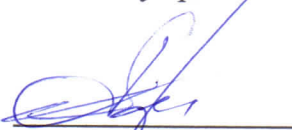
**Рівень вищої освіти:** третій (освітньо-науковий)

**Форма навчання:** денна

**Силабус введено в дію з 01.09.2021 року**

Харків 2021

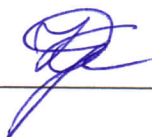
Розробник: Анатолій Субота, професор кафедри Систем управління літальних апаратів, к.т.н., доцент

  
(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



### 1. 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 її складових;

контактна інформація: ел. пошта [a.subota@khai.edu](mailto:a.subota@khai.edu).

### 2. Опис навчальної дисципліни

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; введення в теорію множин; кінцевомірний векторний простір; квадратичні форми; векторно-матричні диференціальні рівняння; представлення динаміки об'єктів у векторно-матричній формі; рівняння стану лінійних стаціонарних систем; рішення рівнянь стану; дослідження функцій; побудова графіків, матриць; теоретичні основи систем автоматичного управління; критерії якості; принципи побудови систем навігації, стабілізації і орієнтації літальних апаратів та їх математичне моделювання і дослідження з використанням сучасного програмного забезпечення.

### 3. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета** – підготовка фахівців здатних розв'язувати завдання дослідницько-інноваційної діяльності у сфері авіоніки із застосуванням новітніх теоретичних і практичних методів досліджень стосовно систем управління ЛА у відповідності до заданих характеристик, показників і критеріїв якості, законів керування; формування знань, навичок і умінь, необхідних для виконання дослідницьких і розрахункових робіт по створенню сучасних

спеціальних (оптимальних, адаптивних та інтелектуальних) систем управління літальними апаратами на базі засобів обчислювальної техніки

**Завдання** – системне надбання теоретичних знань і практичних навичок застосування новітніх теоретичних і практичних методів, експериментальних досліджень систем управління ЛА з використанням сучасних методів проектування оптимальних систем, оснований на класичних варіаційних методах, принципах максимуму, динамічного програмування, робастності та адаптивності, методів проектування систем управління з використанням нечітких логічних регуляторів, генетичних алгоритмів, нейронних мереж, та сучасних комп'ютерних інструментальних засобів.

**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 розробки систем авіоніки та дотичних міждисциплінарних напрямків з використанням сучасних інструментів проектування оптимальних, адаптивних і інтелектуальних систем ЛА, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо проблем управління, знати і розуміти загальні принципи, методи, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у практичній інноваційній діяльності.

## **4. Зміст навчальної дисципліни**

### **Модуль 1**

#### **Змістовий модуль 1. Оптимальні системи автоматичного управління**

**Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Сучасна теорія автоматичного управління».**

Форма занять: лекція, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження - 2 год.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер.

Стисла анотація. Предмет навчання і задачі дисципліни: від класичних задач регулювання до інтелектуального управління, еволюції задач і методів теорії управління, історії штучного інтелекту, штучних нейронних мереж, генетичних алгоритмів та систем, що основані на нечіткій логіці та знаннях.

Обсяг самостійної роботи здобувачів - 1 год.

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

## **Тема 2. Поняття оптимального управління.**

Форма занять: лекції, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження - 2 год.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер.

Стисла анотація. Загальна характеристика управління, класифікація сучасних систем автоматичного управління, характеристики управляючих і збуджуючих дій. Загальні поняття оптимального управління. Критерії оптимальності. Постановка задачі оптимального управління. Основні види обмежень. Критерії ефективності. Типи задач оптимізації. Приклади оптимальних систем

Обсяг самостійної роботи здобувачів - 1 год.

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

## **Тема 3. Постановка задач оптимального управління.**

Форма занять: лекції, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження - 2 год.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер.

Стисла анотація. Постановка задачі максимальної швидкодії, задачі аналітичного конструювання оптимальних регуляторів, мінімізації розходу енергії, задачі з закріпленими кінцями траєкторії, задачі з вільними кінцями траєкторії, задач, що залежать від виду критерію оптимізації: задача Маера, задача Лагранжа, задача Больцмана.

Обсяг самостійної роботи здобувачів - 3 год.

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

## **Тема 4. Синтез оптимального управління за допомогою метода класичного варіаційного числення.**

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

Обсяг аудиторного навантаження - 12 год.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер.

Теми практичних занять: обчислення екстремумів та процедури прийняття рішень, екстремуми без обмежень, методи прямої підстановки, методи множників Лагранжа. Приклад рішення задачі оптимального управління КЛА.

Теми лабораторних занять: дослідження системи мінімізації витрат енергії на базі використання рівняння Ейлера-Пуассона.

Стисла анотація. Елементи класичного варіаційного числення. Основні поняття варіаційного числення. Необхідні умови мінімуму функціоналу. Рівняння Ейлера, Ейлера-Пуассона. Методика синтезу оптимального управління за допомогою метода класичного варіаційного числення. Задача Больца синтезу оптимального управління.

Обсяг самостійної роботи здобувачів - 3 год.

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

### **Тема 5. Принцип максимуму Понтрягіна.**

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

Обсяг аудиторного навантаження - 12 год.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер.

Теми практичних занять: синтез управління об'єктом при переводу його з будь-якого початкового стану у початок системи координат.

Теми лабораторних занять: дослідження показників якості регулятора, що забезпечує оптимальне за швидкодією управління рухом супутника навколо центру мас відносно одної з осей, вибір алгоритму управління космічного літального апарата (КЛА) для режиму програмного розвороту.

Стисла анотація: рішення задачі оптимальної швидкодії і її геометрична інтерпретація, оптимальне за швидкодією управління лінійною системою, принцип максимуму, принцип максимуму як достатня умова оптимальності, схема доказу принципу максимуму, принцип максимуму для систем програмного управління.

Обсяг самостійної роботи здобувачів - 3 год.

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

### **Тема 6. Динамічне програмування Р. Беллмана.**

Форма занять: лекція, практична і самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження - 6 год.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер.

Теми практичних занять: синтез управління об'єктом при переводу його з заданого початкового стану у стан з необхідними координатами шляхом використання методу динамічного програмування.

Стисла анотація: евристичний підхід до рішення задачі оптимального управління, принцип оптимальності, геометрична інтерпретація методу динамічного програмування, динамічне програмування для неперервних систем, рівняння Беллмана, зв'язок динамічного програмування з принципом максимуму, динамічне програмування як достатня умова оптимальності.

Обсяг самостійної роботи здобувачів - 3 год.

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

### **Тема 7. Аналітичне конструювання оптимальних регуляторів (АКОР).**

Форма занять: лекції, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження -6 год.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер.

Теми практичних занять: вирішення задач оптимізації за квадратичним критерієм якості систем управління з нелінійним об'єктом другого порядку, синтез лінійно-квадратичного регулятора.

Стисла анотація. Нелінійна проблема АКОР, постановка задачі аналітичного конструювання, оптимальне управління за квадратичним критерієм якості, аналітичне конструювання регуляторів АКОР, матричне нелінійне рівняння Ріккати, особливості вирішення задач оптимізації. Приклад синтезу лінійно-квадратично регулятора.

Обсяг самостійної роботи здобувачів -3 год.

Види робіт, що належать до самостійної роботи здобувача - опрацювання матеріалу лекцій, використання Internet, 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. Адаптивні системи.**

### **Змістовий модуль 2. Адаптивні системи автоматичного управління.**

#### **Тема 8. Математична постановка задач адаптивного управління**

Форма занять: лекція, лабораторні роботи, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження -6 год.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер.

Теми лабораторних занять. Дослідження адаптивної системи синтезованої методом пасивної адаптації.

Стисла анотація. Поняття адаптивного управління. Формування задачі адаптивного управління. Вимоги до адаптивних систем. Тенденції розвитку адаптивних систем. Математична постановка задач адаптивного управління, системи пасивної адаптації: використання нескінченно великих коефіцієнтів підсилення, автоколивальних режимів, систем зі змінною структурою; синтез малочутливих до параметричних змін систем з використанням методів теорії чутливості, робастності, інваріантності.

Обсяг самостійної роботи здобувачів -3 год.

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

#### **Тема 9. Класифікація, структури адаптивних САУ та їх особливості.**

Форма занять: лекція, лабораторні роботи, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження -8 год.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер.

Теми лабораторних занять. Дослідження адаптивних систем синтезованих методом функцій Ляпунова, дослідження показників якості адаптивних систем з різним розташування еталонних моделей у контурах системи управління.

Стисла анотація. Класифікація адаптивних систем згідно з кількістю і видом апріорної інформації, способом здобуття інформації про процес управління, за функціональним призначенням, за контуром адаптації, вимогами якості управління; властивості адаптивних систем з еталонною моделлю у зворотньому зв'язку, у прямому контурі, паралельно прямому контуру; аналіз адаптованості згідно рівнянь Ержбергера. Тенденції розвитку



адаптивних систем.

Обсяг самостійної роботи здобувачів -3 год.

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

### **Тема 10. Екстремальні системи управління.**

Форма занять: лекція, лабораторні роботи, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження -6 год.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер.

Теми лабораторних занять. Дослідження адаптивної системи промислового робота, синтезованої на основі градієнтного методу.

Стисла анотація. Методи побудови екстремальних систем: з обчисленням похідних, з запам'ятовуванням екстремуму, з синхронним детектуванням; методи пошуку екстремумів: методи сканування, покоординатного спуску, метод Гаусса-Зейделя, градієнтний та метод найшвидшого спуску; особливості адаптивних систем з самоналагоджуванням та зі змінною структурою, з оптимізацією якості.

Обсяг самостійної роботи здобувачів -3 год.

Види робіт, що належать до самостійної роботи здобувача - опрацювання матеріалу лекцій, використання Internet, 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 3. Інтелектуальні системи управління**

**Змістовий модуль 3. Системи автоматичного управління з нечіткими, нейронними регуляторами і генетичними алгоритмами.**

**Тема 11. Методологія проектування інтелектуальних систем.**

**Основні терміни та визначення нечіткої логіки.**

Форма занять: лекція, практична та самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження -4 год.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер.

Теми практичних занять. Побудова функцій приналежності у відповідності до заданих термів.

Стисла анотація. Еволюція задач та методів теорії управління. Стан проблеми інтелектуалізації систем управління. Проблематика теорії та практики інтелектуального управління. Принципи інтелектуалізації систем управління. Інтелектуальні системи і технології у сучасній робототехніці, архітектура інтелектуального робота, технології штучного інтелекту для інтелектуальних роботів. Основні поняття теорії нечітких множин та їх додатків, операції над нечіткими множинами, функції приналежності, їх типи та математичний опис, приклади типових форм функцій приналежності, що використовуються у MATLAB, лінгвістичні змінні, терми.

Обсяг самостійної роботи здобувачів -3 год.

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

## **Тема 12. САУ з нечіткими регуляторами.**

Форма занять: лекція, лабораторна та самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження -6 год.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер.

Теми лабораторних занять. Розробка та настроювання нечіткого логічного регулятора (НЛР) у середовищі імітаційного моделювання MATLAB / SIMULINK.

Стисла анотація. Архітектура та основні складові частини експертних регуляторів. Особливості проектування та реалізації допоміжних систем (верхнього) нижнього рівня: фазифікація, дефазифікація, побудова правил, алгоритми логічного виводу. Обмеження використання. Основні поняття теорії нечіткої логіки відносно до НЛР: функції належності, лінгвістичні змінні, лінгвістичні терми, композиція, кумуляція, активація, агрегування, дефазифікація вихідних змінних, метод центру тяжіння, центру площі, алгоритми нечіткого виводу Mamdani, Sugeno, Takagi.

Обсяг самостійної роботи здобувачів -3 год.

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

## **Тема 13. Синтез нечітких логічних регуляторів.**

Форма занять: лекція, лабораторна та самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження -6 год.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер.

Теми лабораторних занять. Розробка, налаштування, дослідження показників якості і порівняльний аналіз П, ПД, ПІ і ПІД - нечітких логічних регуляторів (НЛР) у середовищі імітаційного моделювання MATLAB / SIMULINK.

Стисла анотація. Основні рівняння динаміки ПІД-регулятора та його спрощених версій, структура НЛР, особливості бази знань та потенціальної кількості правил, допущення при вирішенні задач синтезу НЛР, аналіз роботи нечіткого регулятора П-типу і умови його лінійності, методика опису вхідних і вихідних термів, синтез нечітких регуляторів ПД і ПІ – типів, аналіз показників якості.

Обсяг самостійної роботи здобувачів -4 год.

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

#### **Тема 14. Основи теорії нейронних штучних мереж (НШМ) і регуляторів.**

Форма занять: лекція, практична та самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження -6 год.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер.

Теми практичних занять. Розробка нейрон-нечіткої системи підтримки прийняття рішень у залежності від режимів роботи турбогенератора.

Стисла анотація. Особливості використання нейромережевих технологій, перцептрони, нелінійні моделі нейронів, нейронні штучні мережі (НШМ), моделі нейронних мереж, нейронні мережі – навчання без вчителя, нейронні мережі Хопфілда та Лемінга, використання багатозначних нейронів для рішення задач моделювання технологічних процесів, практичне застосування НШМ.

Обсяг самостійної роботи здобувачів -4 год.

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

#### **Тема 15. САУ з нейронними регуляторами.**

Форма занять: лекція, практична та самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження -6 год.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер.

Теми практичних занять.

Стисла анотація. Архітектура та основні складові частини нейронних регуляторів. Особливості проектування та реалізації допоміжних систем (верхнього) нижнього рівня. Обмеження використання. Навчання нейронних мереж Алгоритм зворотного поширення помилки. Перенавчання та

узагальнення нейронних мереж. Навчання без вчителя. Багатошарові нейронні мережі.

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 16. Генетичні алгоритми.**

Форма занять: лекція, практичні роботи, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження -6 год.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер.

Теми практичних занять. Аппроксимація функцій за допомогою генетичного алгоритму (ГА). Реалізація ГА в пакеті Genetic Algorithm Tool (MATLAB) пошуку глобального мінімуму за допомогою методу пошуку багатомірної оптимізації Хука-Дживса.

Стисла анотація. Генетичний алгоритм як стохастичний алгоритм глобальної оптимізації, як метод пошуку екстремуму складної функції, вибору структури і параметрів штучних нейронних мереж, оптимізації параметрів регуляторів, оптимізації траєкторій руху роботів, зв'язок ГА з моделлю

еволюції Дарвіна, класичний ГА, основні етапи його роботи, інструментальні засоби, параметри і оператори ГА.

Обсяг самостійної роботи здобувачів -4 год.

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

## **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
<b>Змістовний модуль 1</b>			
Робота на лекціях	0...1	7	0...7
Виконання і захист практичних робіт	0...2	9	0...18
Виконання і захист лабораторних робіт	0...2	5	0...10
Модульний контроль	0...6	1	0...6
<b>Змістовний модуль 2</b>			
Робота на лекціях	0...1	3	0...3
Виконання і захист практичних робіт	0...2	-	-
Виконання і захист лабораторних робіт	0...2	7	0...14
Модульний контроль	0...6	1	0...6
<b>Змістовний модуль 3</b>			
Робота на лекціях	0...1	6	0...6
Виконання і захист практичних робіт	0...2	7	0...14
Виконання і захист лабораторних робіт	0...2	4	0...8 -
Модульний контроль	0...8	1	0...8
<b>Усього за семестр</b>			<b>0...100</b>

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. Ковриго Ю. М. Сучасна теорія управління. Частина 2.: Прикладні аспекти сучасної теорії управління / Ю. М. Ковриго, О. В. Степанець, Т. Г. Баган, О. С. Бунке. – Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2018. – 155 с.
2. Євстіфєєв В.О. Теорія автоматичного управління. Частина 2.: Спеціальні системи автоматичного керування. Навчальний посібник / В.О. Євстіфєєв. – Кременчуг. – 2005. – 185 с.
3. Руденко О.Г., Бодянський Э.В. Штучні нейронні мережі. Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / О. Г. Руденко, Є. В. Бодянський – Х: Компанія СМІТ. – 2006. – 404 с.
4. Попович М.Г. Теорія автоматичного керування.: Підручник. / М.Г. Попович. – Київ.: Либідь, 2007. – 656 с.
5. Astrom K. J. Advanced PID Control / K. J. Astrom, T. Hagglund. – Instrumentation, Systems, and Automation Society, USA, 2006. – 250 p.
6. O'Dwyer A. Handbook of PI and PID Controller Tuning Rules / A. O'Dwyer. – UK, London: Imperial College Press, 2003. – 564 p.
7. Vilanova R. PID Control in the Third Millennium / R. Vilanova. – UK, London: Springer, 2012. – 599 p.
8. Шаруда В. Г. Методи аналізу і синтезу систем автоматичного керування: навч. посіб. / В. Г. Шаруда, В. В. Ткачов, М. П. Фількін. – Дніпропетровськ : Нац. гірнич. ун-т., 2008. – 543 с.
9. Landau I. D. Adaptive Control – the Model Reference Approach / I. D. Landau. – New York: Marsel Dekker, 1979. – 420 p.
10. Ладанюк А. П. Методи сучасної теорії управління : навч. посіб. для студ. ВНЗ / А. П. Ладанюк, В. Д. Кишенько, Н. М. Луцька, В. В. Іващук; Нац. ун-т харч. технологій. - К. : НУХТ, 2010. - 195 с.
11. О. Ю. Лозинський. Синтез лінійних оптимальних динамічних систем: Навчальний посібник / О. Ю. Лозинський, А. О. Лозинський, Я. Ю. Марущак, Я. С. Паранчук, В. Б. Цяпа. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2016. 392 с.
12. Теорія систем керування: підручник / В.І. Корнієнко, О.Ю. Гусєв, О.В. Герасіна, В.П. Щокін; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро: НГУ, 2017. – 497 с.

### Допоміжна

1. Симонов В. Ф. Оптимальні й адаптивні системи автоматичного керування : навчальний посібник до лабораторного практикуму /

- В. Ф. Симонов, І. Ю. Дибська - Х.: Харків. авіац.ін-т, 2007. – 50 с.
2. Субота А.М. Науково-дослідна робота. Навчальний посібник до практичних занять / А.М. Субота, В.Г. Джулгаков . - Харків: національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», 2019. – 96 с.
  3. Rivera D. E. Internal model control 4: PID controller design / D. E. Rivera, S. Skogestad, M. Morari // Ind. Eng. Chem. Process Des. Dev. – 1986. – № 25(1). – P. 252-265.
  4. Cheng G. S. MFA in Control with CyboCon. CyboSoft / G. S. Cheng — General Cybernation Group Inc., Rancho Cordova, CA, 2000. – 420 p.
  5. Bobal V. Digital self-tuning controllers. / V. Bobal, J. Bohm, J. Fessl, J. Machacek. – London : Springer-Verlag, 2005. – 317 p.
  6. Крих Г. Б. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів. Лабораторний практикум: навчальний посібник / Г. Б. Крих, Г. Ф. Матіко. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2017. –156 с. 2.
  7. Онисик С. Б. Моделювання об'єктів керування: навчальний посібник / С. Б. Онисик. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2019. – 292 с.
  8. Числові методи і моделювання на ЕОМ: Підручник / Горбійчук М.І., Пістун Є. П. – Івано-Франківськ: «Факел», 2010. – 403 с.
  9. Кваско М. З. Числові методи комп'ютерного моделювання автоматичних систем: Алгоритми і програми / М.З. Кваско, А.І. Кубрак, А.І. Жученко. – К. : Політехніка, 2003. – 360 с.
  10. Кубрак А.І. Комп'ютерне моделювання та ідентифікація автоматичних систем / А.І. Кубрак, А.І. Жученко, М.З. Кваско. – К. : Політехніка, 2004. – 424 с.

## **12. Інформаційні ресурси**

1. Сайт кафедри 301: [k301.khai.edu](http://k301.khai.edu)