

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи

В.В. Павліков

(підпис)

(ініціали та прізвище)

« 30 » 08 2020 р.

Відділ аспірантури і
докторантури

РОБОЧА ПРОГРАМА
ОБОВ'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Оптимальне керування технологічними процесами

Галузь знань: 15 Автоматизація та приладобудування

Спеціальність: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітньо-наукова програма: «Автоматизація, приладобудування та комп'ютерно-інтегровані технології»

Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)

Форма навчання: денна
денна/заочна

РОБОЧА ПРОГРАМА
ОБОВ'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Оптимальне керування технологічними процесами
(назва дисципліни)

для здобувачів за спеціальністю 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
освітньої програми Автоматизація, приладобудування та комп'ютерно-інтегровані технології

«28» 08 2020 р., – 11 с.

Розробник: зав. каф. 305, д.т.н., проф.
(посада, науковий ступінь та вчене звання)



(підпис)

Собчак А.П.
(прізвище та ініціали)

Гарант ОНП: проф. каф. 301, д.т.н., проф.
(посада, науковий ступінь та вчене звання)

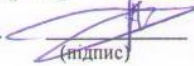


(підпис)

Барсов В. І.
(прізвище та ініціали)

Протокол №1 від «28» 08 2020 р. засідання кафедри № 305

Завідувач кафедри: зав. каф. 305, д.т.н., проф.
(посада, науковий ступінь та вчене звання)



(підпис)

Собчак А.П.
(прізвище та ініціали)

ПОГОДЖЕНО:

Завідувач відділу
аспірантури і докторантури



В. Б. Селевко

Голова наукового товариства
студентів, аспірантів,
докторантів і молодих вчених



Т. П. Старовойт

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 5	Галузь знань <u>15 «Автоматизація та приладобудування»</u> <small>(шифр та найменування)</small> Спеціальність <u>151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»</u> <small>(найменування)</small> Рівень вищої освіти: <u>третій (освітньо-науковий)</u>	Вибіркова
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістових модулів – 3		2020/ 2021
Індивідуальне завдання _____ (назва)		Семестр
Загальна кількість годин – 64/150		4-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 5		Лекції ¹⁾
		<u>20</u> години
		Практичні, семінарські ¹⁾
		<u>20</u> години
		Лабораторні ¹⁾
	<u>24</u> години	
	Самостійна робота	
	<u>86</u> години	
	Вид контролю	
	Іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 64/86.

*Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

¹⁾ Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину взаємності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: формування у здобувачів знань, навичок та умінь, необхідних для виконання науково-дослідних робіт щодо створення оптимальних систем керування технологічними процесами на базі сучасних та перспективних інформаційних технологій.

Завдання: здатність обирати методи оптимізації та синтезувати алгоритми оптимального керування технологічними процесами; застосовувати сучасні методи розробки технічного, інформаційного та алгоритмічного забезпечення оптимальних систем керування технологічними процесами.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми здобувачі повинні досягти таких **компетентностей**:

- здатність шукати, обробляти та аналізувати інформацію з оптимальних систем керування та за напрямком власного наукового дослідження (ЗК01–02);

- здатність до виявлення проблем та аналізу сучасних оптимальних систем керування для дослідження їх параметрів та створення нових систем (ЗК01, ЗК03, СК01, СК05);

- здатність до синтезу оптимальних алгоритмів керування технологічними процесами з використанням, сучасних інформаційних технологій та спеціалізованого програмного забезпечення (ЗК01, ЗК04, СК01, СК03, СК05);

- здатність усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень за напрямком оптимальних систем та наукових досліджень (СК02–03);

- здатність застосовувати і розвивати фундаментальні знання з теорії автоматичного керування, оцінювання та оптимізації;

- здатність розробляти і реалізовувати інноваційні проекти у сфері оптимальних систем керування та за напрямком власного наукового дослідження (СК06);

- здатність до застосування сучасних методологій, методів та інструментів педагогічної та наукової діяльності у сфері автоматизації (СК09).

- здатність розвивати фундаментальні моделі та нові методи, проектувати та створювати оптимальні системи керування.

Програмні результати навчання:

- вміти застосовувати та критично аналізувати інформацію з оптимальних систем керування, використовуючи різноманітні ресурси (ПРН06, ПРН10);

- здатність вирішувати проблеми та розробляти сучасні системи оптимального керування, у тому числі інтелектуальні, з використанням сучасних комп'ютерно-інтегрованих технологій (ПРН05–06, ПРН13);

- вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми сфери автоматизації та оптимальних систем керування (ПРН02);

- розробляти та реалізовувати наукові та інноваційні інженерні проекти

у сфері оптимальних систем та за напрямком власного наукового дослідження (ПРН07), впроваджувати їх в навчальний процес (ПРН09);

- вміти створювати нові, вдосконалювати та розвивати методи математичного і комп'ютерного моделювання оптимальних систем керування (ПРН12);

- застосовувати сучасні методології, методи та інструменти педагогічної та наукової діяльності у сфері автоматизації.

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна «Оптимальне керування технологічними процесами» є обов'язковою частиною освітньо-наукової підготовки дослідників за спеціальністю «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». Вивчення дисципліни передбачає наявність систематичних та ґрунтовних знань із суміжних курсів «Обробка та аналіз результатів наукових досліджень з використанням ІТ», «Управління науковими проектами», «Теорія і практика планування експерименту», «Адаптивні системи управління».

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Автоматизація управління технологічними процесами

Змістовний модуль 1. Основні поняття з автоматизації технологічних процесів

Тема 1. Управління технологічними процесами.

Основні поняття, визначення та термінологія. Зміст процесу управління. Вимоги до управління. Автоматизація виробництва. Фактори, що впливають на ступінь автоматизації. Задачі засобів автоматизації при управлінні технологічними процесами.

Тема 2. Автоматичний контроль технологічних параметрів. Основні відомості щодо вимірювань. Забезпечення єдності та якості вимірювань. Узагальнена структура систем автоматичного контролю. Узагальнена характеристика засобів вимірювань.

Тема 3. Системи автоматичного регулювання. Функціонально-структурні схеми. Основні елементи систем автоматичного регулювання. Класифікація систем автоматичного регулювання. Промислові об'єкти регулювання. Статистичні та динамічні характеристики. Властивості промислових об'єктів регулювання. Автоматичні регулятори. Класифікація регуляторів за законом регулювання. Параметри настроювання, характер перехідного процесу. Релейне регулювання.

Модуль 2. Оптимальне управління технологічними процесами

Змістовний модуль 2. Основні поняття з оптимізації технологічних процесів

Тема 4. Загальні поняття оптимального управління.

Оптимальне управління динамічними об'єктами. Критерії оптимальності. Постановка задачі оптимального управління. Основні види обмежень. Критерії оптимальності. Типи задач оптимізації. Вимоги до оптимальності управління технологічними процесами. Приклади оптимальних систем.

Змістовний модуль 3. Оптимальні САУ

Тема 5. Метод варіаційного числення.

Елементи класичного варіаційного числення. Основні поняття варіаційного числення. Синтез оптимальних систем за допомогою варіаційного числення.

Тема 6. Оптимізація за принципом максимуму Понтрягіна.

Принцип максимуму Понтрягіна. Принцип максимуму для автономних та неавтономних систем. Синтез систем, оптимальних за швидкістю.

Тема 7. Метод динамічного програмування Беллмана.

Диференціальне рівняння Беллмана. Приклад синтезу оптимального управління за методом динамічного програмування.

Тема 8. Аналітичне конструювання оптимальних регуляторів.

Постановка задачі аналітичного конструювання. Критерій якості керування. Матричне нелінійне рівняння Ріккати. Особливості вирішення задачі оптимізації.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Денна форма				
	Усього	У тому числі			
л		п	лаб.	с. р.	
1	2	3	4	5	6
Модуль 1. Автоматизація управління технологічними процесами					
Змістовий модуль 1. Основні поняття з автоматизації технологічних процесів					
Тема 1. Управління технологічними процесами	6	2	-	-	4
Тема 2. Автоматичний контроль технологічних параметрів	12	2	2	-	8
Тема 3. Системи автоматичного регулювання	20	2	4	4	10
Разом за змістовим модулем 1	38	6	6	4	22

Модуль 2. Оптимальне управління технологічними процесами					
Змістовний модуль 2. Основні поняття з оптимізації технологічних процесів					
Тема 4. Загальні поняття оптимального управління	20	4	2	4	10
Разом за змістовим модулем 2	20	4	2	4	10
Змістовний модуль 3. Оптимальні САУ					
Тема 5. Метод варіаційного числення	20	2	2	4	14
Тема 6. Оптимізація за принципом максимума Понтрягіна	20	2	4	4	12
Тема 7. Метод динамічного програмування Беллмана.	20	2	2	4	12
Тема 8. Аналітичне конструювання оптимальних регуляторів	24	4	4	4	16
Разом за змістовим модулем 3	92	10	12	16	54
Усього годин	150	20	20	24	86

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
	Разом	

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Методи вимірювання параметрів технологічного процесу	2
2	Часові та частотні характеристики об'єктів регулювання	4
3	Приклади оптимальних систем керування технологічними процесами	2
4	Синтез оптимальної системи управління по мінімуму критерія оптимальності	2
5	Розрахунок значення коефіцієнту зворотнього зв'язку, що мінімізує значення критерію якості.	4
6	Пошук оптимального управління за максимальною швидкістю при переході з початкового стану в кінцевий.	2
7	Аналітичне конструювання оптимального регулятора.	4
	Разом	20

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження слідкувальної системи управління з жорсткою негативнимзворотнім зв'язком	4
2	Побудова та дослідження оптимальної системи за квадратичним критерієм якості	4
3	Дослідження швидкодії руху оптимальної системи управління.	4
4	Дослідження алгоритму керування рухом об'єкта при виконанні заданого переміщення в умовах обмеження на інші параметри.	4
5	Дослідження алгоритмів динамічного програмування.	4
6	Дослідження функціонування оптимального регулятора рухом БПЛА.	4
	Разом	24

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Фактори, що впливають на ступінь автоматизації.	4
2	Забезпечення єдності та якості вимірювань.	8
3	Узагальнена структура систем автоматичного контролю.	4
4	Параметри настроювання, характер перехідного процесу.	2
5	Релейне регулювання.	4
6	Цілі управління технологічними процесами та критерії оптимальності.	10
7	Синтез систем, оптимальних за швидкодією.	14
8	Практичні задачі, які відповідають критерію за максимумом.	12
9	Динамічне програмування та проблеми автоматизації технологічних процесів.	12
10	Параметричний синтез систем оптимального керування.	16
	Разом	86

9. Індивідуальні завдання

10. Методи навчання

Проведення аудиторних занять (лекцій, лабораторних робіт та практичних занять), у тому числі в режимі on-lain, презентування лабораторних досліджень, консультації за розкладом кафедри та індивідуальні (при необхідності), самостійна робота здобувачів за темами з рекомендованими методичними матеріалами.

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю вивчення дисципліни (опитування на лекційних заняттях), письмового модульного контролю, контроль у вигляді іспиту. Засоби діагностики успішності навчання: проведення поточного експрес-тестування та модульного контролю, вирішення практичних завдань.

12. Розподіл балів, які отримують здобувачі

12.1 Розподіл балів, які отримують здобувачі (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття	Кількість занять	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання і захист практичних занять	3...5	3	9...15
Модульний контроль	6...10	1	6...10
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист практичних занять	3...5	2	6...10
Модульний контроль	7...10	1	7...10
Змістовний модуль 3			
Виконання і захист практичних занять	3...5	8	24...40
Модульний контроль	8...10	1	8...15
Усього за семестр			60...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до заліку. Під час складання семестрового заліку здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

12.2 Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- основні принципи побудови систем автоматизації;
- основні принципи побудови та структура оптимальних систем;
- постановка задачі синтезу оптимальної системи;
- математичний опис критерію оптимальності;
- алгоритми синтезу оптимальних регуляторів.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- побудувати структуру та математичну модель оптимальної САУ;
- виконати аналіз та синтез оптимальної САУ;
- використання сучасних методів досліджень оптимальних систем;
- застосовування оптимальних алгоритмів або систем у власних розробках.

12.3 Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати всі практичні та лабораторні роботи. Вміти поняття і уявлення всіх розглянутих тем.

Добре (75-89). Твердо мати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати всі практичні та лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Вміти вірно поставити задачу і визначити шляхи її вирішення.

Відмінно (90-100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Орієнтуватися у рекомендованих методичних матеріалах та літературі. Досконально знати усі теми та вміти застосовувати одержані знання для проектування да дослідження оптимальних систем керування.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

1. Білоконська Ю.В., Фірсов С.М. Функціональна стійкість в теорії автоматичного керування. Навч. посібник – Х.: ХАІ, 2017. – 96 с.

2. Фірсов, С. М. Спеціальні розділи теорії автоматичного керування [Електронний ресурс] : навч. посіб. для самост. роботи / С. М. Фірсов, С. Б. Кочук, Ю. В. Білоконська. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2019. – 134 с.

3. Кочук, С. Б. Ідентифікація об'єктів автоматизації [Електронний ресурс] : навч. посіб. до лаб. практикуму / С. Б. Кочук, А. О. Нікітін, Л. М. Лутай. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2021. – 45 с.

14. Рекомендована література

Базова

1. Тютюнник, А.Г. Оптимальні і адаптивні системи автоматичного керування. Практикум: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / А. Г. Тютюнник. – Житомир: ЖІТІ, 2002. – 420 с.

2. Теорія систем керування: підручник / В.І. Корнієнко, О.Ю. Гусев, О.В. Герасіна, В.П. Щокін. – Дніпро: Нац. гірн. ун-т, 2017. – 497 с.

3. Ладієва, Л. Р. Оптимальне керування системами : Навчальний посібник. / Л. Р. Ладієва. - К.:НМЦ ВО, 2000, - 187с

4. Bellman R. Dynamic Programming. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1957. 363 p.

Допоміжна

1. Симонов, В. Ф., Дибська І. О. Оптимальні й адаптивні системи керування: навч. посіб. до лаб. практикуму / В. Ф. Симонов, І. О. Дибська. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2007. – 36 с.

2. SIMULINK. Сімейство продуктів [Електронний ресурс]. –Режим доступу: <https://www.mathworks.com/help/doc-archives.html>.

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри: k305@khai.edu

Сайт університету: khai.edu