

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

Кафедра мехатроніки та електротехніки (№ 305)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми

Сергій КОЧУК

(підпис)

(ініціали та прізвище)

«29» серпня 2024 р.

СИЛАБУС *ОБОВ'ЯЗКОВОЇ*
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Експлуатація систем автоматизації

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 15 «Автоматизація та приладобудування»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і
виробництва»

(найменування спеціалізації)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший бакалаврський

Вводиться в дію з «01» вересня 2024 р.

Харків 2024

Розробник: професор, д.т.н., доцент Олександр Литвяк
(посада, науковий ступінь і вчене звання, ім'я та прізвище)

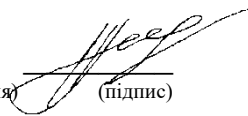


(підпис)

Силабус дисципліни «Експлуатація мехатронних систем» розглянуто на
засіданні кафедри мехатроніки та електротехніки (№ 305)
(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 29 » серпня 2024 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор
(науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Р.М. Тріш
(ім'я та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

Здобувач гр. 339



(підпис)

Микола Тодоров
(ім'я та прізвище)

Загальна інформація про викладача



ПІБ: Литвяк Олександр Миколайович

Посада: професор кафедри мехатроніки та електротехніки

Науковий ступінь: д.т.н.

Вчене звання: доцент

Перелік дисциплін, які викладає:

Експлуатація мехатронних систем

Автоматизовані системи управління виробничих підприємств

Автоматизовані системи управління технологічних процесів

Системи контролю небезпечних виробничих факторів

Напрями наукових досліджень:

Автоматизація технологічних процесів виробничих підприємств

Причини та розвиток автоколивань у автоматизованих системах управління

1. Опис навчальної дисципліни

Форма навчання – денна.

Семестр, в якому викладається дисципліна – 8-й.

Дисципліна – обов'язкова

Загальна кількість годин:

– за навчальним планом – 120 годин/ 4 кредитів ЄКТС;

– аудиторних – 54 год.;

– самостійна робота – 66 год.;

Види занять – лекції – 24 год., практичні – 30 год.;

Вид контролю – іспит;

Мова викладання – українська.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: – метою вивчення дисципліни «Експлуатація систем автоматизації (ЕСА)» є освоєння студентами теоретичних основ технічної експлуатації, організації технічного обслуговування, відновлення та зберігання складних систем автоматизації (СА).

Завдання – формування у студентів сукупності знань, вмінь і уявлень з організації експлуатації сучасних автоматизованих систем управління технологічних процесів (АСУ ТП) за фахом, методів контролю технічного стану, принципів оцінки безвідмовної роботи АСУ ТП під час експлуатації, проектування та виконання випробувань на надійність.

Компетентності, які набуваються:

– здатність організовувати експлуатацію інтелектуальних мехатронних здатність виконувати професійні обов'язку за фахом, застосовувати теоретичні знання у практичній діяльності (ЗК1);

– здатність організовувати грамотну експлуатацію, технічне обслуговування та відновлення складних технічних систем, зокрема систем автоматизації виробничих підприємств (ФК22);

– здатність застосовувати методики перевірки технічного стану та параметрів, проведення різноманітних робіт на сучасних АСУ ТП (ФК19).

– здатність аналізувати надійність, розраховувати потрібну кількість запасних частин, обґрунтовувати необхідну структуру функціонування з метою підвищення безвідмовної роботи сучасних систем автоматизації у процесі проектування та експлуатації. (ФК20);

– здатність організовувати та виконувати визначальні та контрольні випробування на надійність сучасних систем автоматизації та їх елементів (ФК21);

– Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел (ЗК5);

– здатність застосовувати відповідні математичні, наукові і технічні методи, а також комп'ютерне програмне забезпечення для аналізу безвідмовної роботи складних систем автоматизації (ФК1);

Очікувані результати навчання:

– вміти організовувати грамотну експлуатацію, обслуговування та відновлення складних технічних систем, розраховувати потрібну кількість запасних частин, зокрема сучасних систем автоматизації виробничих підприємств (ПРН25);

– вміти організовувати та виконувати визначальні та контрольні випробування на надійність систем автоматизації та їх елементів (ПРН24);

– вміти застосовувати методи системного аналізу, ідентифікації та моделювання для розроблення імітаційних моделей функціонування систем автоматизації, для аналізу надійності та безвідмовної роботи з використанням новітніх комп'ютерних технологій (ПРН06);

– вміти аналізувати надійність та обґрунтовувати необхідну структуру функціонування з метою підвищення безвідмовної роботи сучасних автоматизованих систем управління у процесі проектування та експлуатації ПРН23.

Пререквізити – дисципліна базується на знанні вищої математики, фізики, технічної механіки, основ метрології та стандартизації, методів обчислень та комп'ютерного моделювання, автоматизовані системи управління технологічних процесів.

Постреквізити – забезпечує такі дисципліни як: проектування систем автоматизації; кваліфікаційна робота.

3. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1 (72 год)

Змістовий модуль 1 Оцінка та прогнозування безвідмовної роботи СА

Тема 1 (72 год.) Оцінка та прогнозування безвідмовної роботи СА

Лекції – 16 год., ПЗ – 20 год., СР – 36 год.

Вступ. Предмет та завдання дисципліни. Етапи життєвого циклу мехатронних систем. Відмова як подія. Основні закони розподілу випадкових подій. Критерії та показники надійності не відновлюваних МС. Основне рівняння надійності. Критерії надійності не відновлюваних МС. Розрахунок потреби запасних елементів, як задача масового обслуговування. Структурні схеми функціонування МС. Підвищення надійності резервуванням. Критерії надійності відновлюваних систем. Комплексні показники надійності відновлюваних МС. Граф станів відновлюваних МС. Загальна система диференціальних рівняння стану МС та перетворення Лапласа. Оцінка надійності відновлюваних МС під час тривалої експлуатації. Система рівнянь Колмогорова. Моделювання надійності МС. Забезпечення надійності МС під

час проектування. Випробування ММ та МС на надійність. Визначальні та контрольні випробування на надійність. Типові програми випробувань. Критерій згоди Пірсона. Визначення часу технологічного обслуговування та ремонту.

Перелік лекцій та практичних занять з модулю 1

Лекція 1 Предмет і завдання дисципліни. Подія як випадкова величина.

Лекція 2 Ймовірність події. Функція розподілу ймовірності.

Лекція 3 Числові показники випадкових величин. Закони розподілу.

Лекція 4 Критерії надійності СА що не відновлюються.

Лекція 5 Оцінка надійності не відновлюваних модулів.

Лекція 6 Підвищення надійності СА резервуванням.

Лекція 7 Критерії надійності СА, що відновлюються.

Лекція 8 Комплексні показники надійності СА.

ПЗ-1 Випадкові величини.

ПЗ-2 Оцінка ймовірності випадкової події

ПЗ-3 Статистична обробка результатів вимірювань.

ПЗ-4 Статистична обробка результатів спостереження відмов.

ПЗ-5 Прогнозування відмов не відновлюваних модулів.

ПЗ-6 Показники надійності не відновлюваних систем.

ПЗ-7 Одиничні показники надійності відновлюваних СА.

ПЗ-8 Оцінка готовності складних відновлюваних СА.

ПЗ-9 Моделі стану відновлюваних систем.

ПЗ-10 Випробування СА на надійність.

Модульний контроль.

Модуль 2 (48 год)

Змістовий модуль 2 Організація технічної експлуатації СА

Тема 2 (48 год.) Організація технічної експлуатації СА

Лекції – 8 год., ПЗ – 10 год., СР – 30 год.

Експлуатаційні показники СА. Основні поняття та терміни експлуатації. Прийом, монтаж та здавання обладнання в експлуатацію. Організація виробничої експлуатації. Начальник цеху, майстер цеху, експлуатаційний персонал цеху. Допуск до самостійної роботи персоналу.

Організація технічного обслуговування та ремонту. Ресурс та термін служби обладнання. Відділ головного механіка. Система технічного обслуговування та ремонту. Технічна діагностика. Види та методи технічного діагностування. Експлуатаційна документація, загальні положення, склад Експлуатаційно-технічна та ремонтна документація.

Перелік лекцій та практичних занять з модулю 2

Лекція 9 Основні поняття та терміни експлуатації.

Лекція 10 Система ТО и ремонту.

Лекція 11 Організація виробничої експлуатації і безпека праці.

Лекція 12 Експлуатаційна документація МС

- ПЗ-11** Надійність МС (модульний контроль).
ПЗ-12 Визначення періодичності ТО мехатронних систем.
ПЗ-13 Аналіз відповідності ТУ ММ за даними випробувань.
ПЗ-14 Організація експлуатації і безпека праці.
ПЗ-15 Експлуатаційна документація МС (модульний контроль).

4. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом.

5. Методи навчання

Проведення аудиторних занять (лекцій, практичних занять, розрахунків), індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами опублікованими кафедрою.

6. Методи контролю

Проведення поточного контролю вивчення дисципліни на лекціях та практичних заняттях, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспиту.

7. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

7.1. Розподіл балів, які отримують здобувачі (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...2	10	0...20
Робота на практичних заняттях	0...5	10	0...30
Модульний контроль	0...50	20	0...50
Всього за 1-й змістовний модуль			0...50
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...2	6	0...12
Робота на практичних заняттях	0...5	6	0...30
Модульний контроль	0...50	12	0...50
Всього за 2-й змістовний модуль			0...50
Усього за семестр			0...100

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

7.2. Якісні критерії оцінювання

Білет для іспиту складається з двадцяти питань, які входять до тестів лекцій і практичних занять, та двох практичних завдань складного та інноваційного рівню. Максимальна кількість балів за одне теоретичне запитання – 3 бала. Максимальна кількість балів за одне практичне завдання – 20 балів.

Необхідний перелік знань для одержання позитивної оцінки:

- етапи життєвого циклу систем автоматизації;
- методи забезпечення надійності систем автоматизації;
- моделі технічного обслуговування складних технічних систем;
- основні положення щодо організації технічної експлуатації СА;
- склад експлуатаційної документації на системи автоматизації.

Необхідний перелік умінь для одержання позитивної оцінки:

- оцінювати надійність систем автоматизації під час випробувань;
- прогнозувати безвідмовну роботу систем автоматизації;
- обґрунтовувати періодичність технічного обслуговування систем автоматизації;
- вибирати моделі пошуку елементів, що відмовили;
- визначати оптимальну кількість запасних елементів;
- вносити зміни в експлуатаційну документацію.

Приклад 1

1. Теоретичні питання:

1	Надійність	11	Гамма-відсотковий ресурс
2	Справність	12	Основне рівняння надійності
3	Працездатність	13	Функція $P(t)$ для нормальної експлуатації
4	Відмова	14	Визначення потоку відмов за відрізок часу Δt через t годин напрацювання
5	Технічний стан	15	Навантажене резервування
6	Діагностування	16	Статистичне визначення середнього часу напрацювання на відмову
7	Стадії життєвого циклу МС	17	Інтенсивність відновлення
8	Технічне обслуговування	18	Структурна схема системи ППР
9	Невідновлюваний об'єкт	19	Коефіцієнт і функція готовності
10	Інтенсивність відмов (фізичний сенс)	20	Система рівнянь Колмогорова

Практичне завдання 1 (20 балів)

Мехатронна система складена з 4 підсистем, кожна з котрих має індивідуальні показники потоку відмов ω_i , то потоку відновлень μ_i .

Необхідно:

1. Визначити потрібний час на відновлення кожної підсистеми;
2. Виконати прогнозування імовірності безвідмовної роботи за часом, та час переходу системи на рівноважний стан;

3. Визначити коефіцієнт готовності під час тривалої експлуатації.
Вихідні данні розрахунку наведено у табл..1

Таблиця 1 – Вихідні данні

i	$\omega_i, \text{час}^{-1}$	$\mu_i, \text{час}^{-1}$
1	0,0025	0,05
2	0,002	0,0200
3	0,00167	0,0333
4	0,00143	0,0143

Практичне завдання 2 (20 балів)

До складу мехатронної системи входять n підсистеми, відмова кожної з яких призводить до відмови всі системи. Визначити періодичність технічного обслуговування системи, вважаючи потік відмов усіх підсистем пуассонівським. Скласти графік технічного обслуговування МС.

Вихідні данні:

- кількість підсистем – $n=4$;
- інтенсивність відмов підсистем:
 $\lambda_1=0,000125$; $\lambda_2=0,00025$; $\lambda_3=0,000115$; $\lambda_4=0,000127$.
 $P(t_{\text{ТО}}) \geq 0,85$.

7.3 Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати всі практичні заняття. На базі отриманих знань знати шляхи розв'язування типових завдань за фахом.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум. Своєчасно виконувати та захищати усі практичні заняття в обумовлені викладачем терміни. На базі отриманих знань вміти розв'язувати прості завдання та надавати пропозиції що до вирішення складних завдань що виникають у процесі експлуатації МС.

Відмінно (90-100). Вільно володіти у повному обсязі мінімумом. Своєчасно виконувати та захищати усі практичні заняття в обумовлені викладачем терміни з обґрунтуванням прийнятих рішень та оформленням з дотриманням вимог ЄСКД. На базі отриманих знань вміти розв'язувати складні та інноваційні завдання що виникають у процесі експлуатації МС.

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

8. Політика навчального курсу

Політика навчального курсу цілком спрямована на виховання відповідальності здобувача за відвідування занять та підготовку до них, самостійне, своєчасне та якісне виконання завдань, з цією метою

- не передбачається підвищення отриманих балів протягом семестру (від балів можна відмовитися перед екзаменом або захистом модулю);
- звіти, що подані несвоєчасно, оцінюються не вище «задовільно»;
- якщо здобувач має поважну причину пропуску занять, те звіт можна подати викладачу у часи консультацій.

9. Методичне забезпечення

1. Робоча програма навчальної дисципліни «Експлуатація мехатронних систем»

https://drive.google.com/drive/u/2/folders/1EJnJld0WEE22OjkTR3pHPvMQ1H7y_6I2.

2. Освітньо-професійна програма «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва» за спеціальністю 174 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» для підготовки магістрів. 2024р.

<https://khai.edu.ua/education/osvitni-programi-i-komponenti/osvitni-programi-magistriv/osvitno-profesijni-programi88/komp%e2%80%99yuterno-integrovani-teh/osvitno-profesijni-programi147/>

3. Навчально-методичний комплекс дисципліни:

<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=8763>

10. Рекомендована література

Базова

1. Теоретичні основи експлуатації мехатронних комплексів [Текст] : навч. посіб. / М. П. Благодарний, І. П. Внуков. — Х. : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2014. — 176 с.
2. Теоретичні основи експлуатації мехатронних комплексів [Текст] : навч. посіб. до практичних занять / М. П. Благодарний. — Х. : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2016. — 176 с.
3. Метрологічне забезпечення експлуатації мехатронних комплексів [Текст] : навч. посіб. до курс. і дипл. проектування / М. П. Благодарний, Ю. В. Козлов, С. А. Агаркова. — Х. : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2015. — 68 с.

Допоміжна

1. Основи цифрових систем/ І.П.Барбаш та інші. – Підручник.-Харків: Нац. аерокосмічний ун-т “Харк. авіац. ін-т”, 2002.-672 с.
2. Основи діагностики цифрових систем [Текст] : підручник / В.С. Харченко, Є.А. Артеменко, М.П. Благодарний, В.М. Ілюшко та інші. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т —Харк. авіац. ін-т, 2004. — 665 с.

11. Інформаційні ресурси

1. Основи цифрових систем/ І.П.Барбаш та інш. – Підручник.-Харків: Нац. аерокосмічний ун-т “Харк. авіац. ін-т”, 2002.-672 с.
2. Основи діагностики цифрових систем [Текст] : підручник / В.С. Харченко, Є.А. Артеменко, М.П. Благодарний, В.М. Ілюшко та інш. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т —Харк. авіац. ін-т, 2004. — 665 с.

ДОДАТОК

Перелік галузей знань, спеціальностей та освітніх програм, за якими відбувається підготовка здобувачів в університеті

Галузі знань: 02 Культура і мистецтво, 03 Гуманітарні науки, 05 Соціальні та поведінкові науки, 07 Управління та адміністрування, 08 Право, 10 Природничі науки, 11 Математика та статистика, 12 Інформаційні технології, 13 Механічна інженерія, 14 Електрична інженерія, 15 Автоматизація та приладобудування, 16 Хімічна та біоінженерія, 17 Електроніка та телекомунікації, 19 Архітектура та будівництво, 26 Цивільна безпека, 27 Транспорт, 28 Публічне управління та адміністрування, 29 Міжнародні відносини

Спеціальності: 029 Інформаційна, бібліотечна та архівна справа, 035 Філологія, 051 Економіка, 053 Психологія, 071 Облік і оподаткування, 072 Фінанси, банківська справа та страхування, 073 Менеджмент, 075 Маркетинг, 076 Підприємництво, торгівля та біржова діяльність, 081 Право, 101 Екологія, 103 Науки про Землю, 113 Прикладна математика, 121 Інженерія програмного забезпечення, 122 Комп'ютерні науки, 123 Комп'ютерна інженерія, 124 Системний аналіз, 125 Кібербезпека, 126 Інформаційні системи та технології, 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування, 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка, 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, 142 Енергетичне машинобудування, 144 Теплоенергетика, 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка, 153 Мікро- та наносистемна техніка, 163 Біомедична інженерія, 172 Телекомунікації та радіотехніка, 173 Авіоніка, 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка, 193 Геодезія та землеустрій, 272 Авіаційний транспорт, 262 Правоохоронна діяльність, 274 Автомобільний транспорт, 281 Публічне управління та адміністрування, 292 Міжнародні економічні відносини

Освітні програми: Інформаційна, бібліотечна та архівна справа, Прикладна лінгвістика, Економіка підприємства, Психологія, Облік і оподаткування, Фінанси, банківська справа та страхування, Менеджмент, Логістика, Управління проектами, Маркетинг, Підприємництво, торгівля та біржова діяльність, Право, Екологія та охорона навколишнього середовища, Космічний моніторинг Землі, Обчислювальний інтелект, Інженерія програмного забезпечення, Інформаційні технології проектування, Комп'ютеризація обробки інформації та управління, Інтелектуальні системи та технології, Комп'ютерні технології в біології та медицині, Комп'ютерні системи та мережі, Системне програмування, Системний аналіз і управління, Безпека інформаційних і комунікаційних систем, Інформаційні системи та технології підтримки віртуальних середовищ, Розподілені інформаційні системи, Штучний інтелект та інформаційні системи, Динаміка і міцність машин, Роботомеханічні системи і логістичні комплекси, Комп'ютерний інжиніринг, Проектування, виробництво та сертифікація авіаційної техніки, Авіаційні двигуни та енергетичні установки, Ракетно-космічна техніка, Інтелектуальні безпілотні транспортні засоби, Комп'ютерно-інтегроване управління в енергетиці, Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії, Газотурбінні установки і компресорні станції, Енергетичний менеджмент, Інженерія мобільних додатків, Комп'ютерні системи технічного зору, Комп'ютерні технології проектування та виробництва, Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва, Інтелектуальні інформаційні вимірювальні системи, Якість, стандартизація та сертифікація, Мікро- та наносистемна техніка, Біомедична інженерія, Інформаційні мережі зв'язку, Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси, Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів, Геоінформаційні системи і технології, Правоохоронна діяльність, Інтелектуальні транспортні системи, Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів, Автомобілі та автомобільне господарство, Публічне управління та адміністрування, Міжнародна економіка.