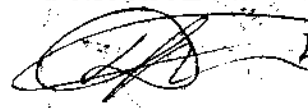


Міністерство освіти і науки України  
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського  
“Харківський авіаційний інститут”

Кафедра мехатроніки та електротехніки (№305)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Голова НМК

 Дмитро КРИЦЬКИЙ  
30 серпня 2022 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**“Експлуатація мехатронних систем”**

**Галузь знань:** 015 «Автоматика та управління»

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

**Освітня програма** «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси та виробництва»

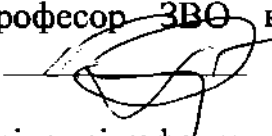
**Рівень вищої освіти:** другий (магістерський)

**Форма навчання:** денна

**Харків 2022 рік**

Робоча програма обов'язкової навчальної дисципліни “Експлуатація мехатронних систем” для здобувачів за спеціальністю 151 “Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології”, освітньою програмою «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси та виробництва»

28 серпня 2022 р. – 10 с.

Розробник: к.т.н., доцент, професор ЗВО кафедри мехатроніки та електротехніки Благодарний М.П. 

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри мехатроніки та електротехніки,  
протокол № 1 від 29 серпня 2022 р.

Завідувач кафедри мехатроніки та електротехніки  
д.т.н., професор



Роман ТРИЩ

## 1. Опис навчальної дисципліни

|                                              |                                                                                                            |                                      |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Найменування показників                      | Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень                                           | Характеристика навчальної дисципліни |
|                                              |                                                                                                            | Денна форма навчання                 |
| Кількість кредитів – 5                       | Галузь знань<br><u>15«Автоматизація та приладобудування»</u><br>(шифр і назва)                             | Обов’язковий блок                    |
| Модулів – 2                                  |                                                                                                            | <b>Навчальний рік:</b>               |
| Змістових модулів – 2                        |                                                                                                            |                                      |
|                                              | <b>Спеціальність</b><br><u>151 «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології»</u><br>(шифр і назва) | 2022/2023                            |
|                                              |                                                                                                            | <b>Семестр</b>                       |
|                                              |                                                                                                            | 2-й                                  |
| Загальна кількість годин – 48/150            | <b>Освітня програма</b><br>«Комп’ютерно-інтегровані технологічні процеси та виробництва»                   | <b>Лекції*</b>                       |
| Тижневих годин для денної форми навчання-3/6 |                                                                                                            | 24 год.                              |
|                                              |                                                                                                            | <b>Практичні заняття*</b>            |
|                                              | 24 год.                                                                                                    |                                      |
|                                              | <b>Лабораторні роботи</b>                                                                                  |                                      |
|                                              |                                                                                                            |                                      |
|                                              | <b>Самостійна робота</b>                                                                                   |                                      |
|                                              | 102 год.                                                                                                   |                                      |
|                                              | <b>Вид контролю</b>                                                                                        |                                      |
| іспит                                        |                                                                                                            |                                      |

Співвідношення кількості аудиторних занять до самостійної роботи становить: 48/102.

\* Аудиторне навантаження може бути збільшене або зменшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета вивчення** – засвоєння здобувачами наукових основ експлуатації мехатронних систем, методів оцінки та підтримання їх надійності, заходів з технічного обслуговування, ремонту та контролю технічного стану.

**Завдання** – визначення експлуатаційних властивостей мехатронних систем, їх експлуатаційно-технічних характеристик, аналізу структури та системи експлуатації мехатронних систем та шляхів її удосконалення.

### **Компетентності, які набуваються:**

Здатність розробляти технічні завдання на модернізацію та автоматизацію діючих виробничих та технологічних процесів, технічних систем та засобів автоматизації; нові автоматизовані та автоматичні технології її виробництва (ЗК2-ЗК3, ЗК5-ЗК8, ФК3-ФК5, ФК8-ФК9).

Здатність синтезувати, проектувати, налагоджувати спеціальні вимірювальні та керуючі системи, системи контролю та моніторингу процесів із врахуванням особливостей виробничо-технологічних комплексів у галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій(ЗК2-ЗК3, ЗК5-ЗК8, ФК3-ФК5, ФК8-ФК9).

Здатність забезпечувати надійність та безпеку на всіх етапах життєвого циклу продукції; обирати системи екологічної безпеки виробництва(ЗК2-ЗК3, ЗК5-ЗК8, ФК3-ФК5, ФК8-ФК9).

Готовність до прийняття організаційно-керівних рішень в умовах різних думок та оцінки наслідків прийнятих рішень(ЗК2-ЗК3, ЗК5-ЗК8, ФК3-ФК5, ФК8-ФК9).

Здатність здійснення безпечної діяльності за фахом(ЗК2-ЗК3, ЗК5-ЗК8, ФК3-ФК5, ФК8-ФК9).

### **Очікувані результати навчання:**

Вміти застосовувати сучасні методи моделювання та оптимізації для дослідження та створення ефективних систем керування складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами(ПРН2-ПРН4).

Вміти створювати високонадійні системи автоматизації на основі сучасних положень теорії надійності, функціональної безпеки програмних та технічних засобів, аналізу та зменшення ризиків в складних системах(ПРН2-ПРН4).

Вміти виконувати аналіз та опрацювання інформації, проводити патентні дослідження з метою прийняття ефективних рішень, забезпечення патентної чистоти нових проектних рішень, визначення показників технічного рівня автоматизованих та автоматичних систем керування, засобів їх технічного та апаратно-програмного забезпечення(ПРН5).

Вміти налагоджувати спеціальні вимірювальні та керуючі системи з урахуванням властивостей виробничо-технологічних комплексів(ПРН7).

Вміти застосовувати системний підхід для врахування нетехнічних (економічних, правових, соціальних, екологічних і ін.) складових оцінки об'єктів автоматизації при проведенні робіт з впровадження систем керування складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами(ПРН8).

Вміти організувати проведення монтажних і налагоджуваних робіт систем автоматизації, виявляти, локалізувати та виправляти помилки в роботі програмних та апаратних засобів автоматичного та автоматизованого управління(ПРН10-ПРН11).

**Пререквізити** – вивчення дисципліни базується на дисциплінах бакалаврського рівня та дисциплінах “Мехатронні системи”, “Методи контролю та діагностування мехатронних систем”, “Проектування програмного забезпечення для спеціалізованих автоматизованих систем”, “Науково-дослідна робота магістрів”, “Ігрові методи прийняття рішень”.

**Кореквізити** – дисципліна “Методи проектування та моделювання безпілотних систем”, курсове проектування за дисципліною “Науково-

дослідна робота магістрів”, проведення переддипломної практики та виконання магістерської роботи.

### **3. Програма навчальної дисципліни**

#### **Модуль 1.**

#### **Змістовний модуль 1. Характеристики систем експлуатації**

##### **Тема 1. Надійність та готовність мехатронних систем.**

Вступ. Основні поняття та визначення теорії надійності. Етапи життєвого циклу мехатронних систем. Фізична природа відмов. Оцінки надійності та готовності мехатронних систем на різних етапах життєвого циклу.

##### **Тема 2. Технічне обслуговування мехатронних систем.**

Обслуговування та надійність мехатронних систем. Зміна надійності мехатронних систем в процесі експлуатації. Вплив перевірок на надійність мехатронних систем. Моделі технічного обслуговування мехатронних систем.

##### **Тема 3. Відновлюваність та збережуваність мехатронних систем.**

Характеристики відновлюваних мехатронних систем. Попереджувальні заміни елементів під час тривалої експлуатації мехатронних систем. Планово-попереджувальні заміни елементів. Ремонти мехатронних систем. Зберігання вузлів мехатронних систем. Методи забезпечення заданого рівня надійності мехатронних систем.

##### **Тема 4. Технічна діагностика вузлів мехатронних систем.**

Загальна характеристика діагностичного процесу. Моделі пошуку відмовивших елементів у мехатронних системах (групових та поелементних перевірок). Логічний аналіз симптомів відмов. Раціональне технічне діагностування.

#### **Модуль 2**

#### **Змістовний модуль 2. Організація та забезпечення експлуатації мехатронних систем**

##### **Тема 5. Організація експлуатації мехатронних систем з урахуванням ергономічних факторів**

Узагальнені характеристики людини-оператора мехатронних систем. Урахування ергономічних факторів при організації експлуатації мехатронних систем. Оцінки діяльності чергових змін при обслуговуванні мехатронних систем. Шляхи врахування статистичних даних діяльності операторів в процесі експлуатації мехатронних систем.

## Тема 6. Забезпечення складних систем запасними елементами.

Визначення оптимальної кількості запасних елементів. Визначення кількості запасних елементів при періодичному поповненні та при запізненні в їх доставці. Оцінки витрат на запасні елементи. Проблема об'єднання запасних елементів для мехатронних систем. Вибір запасних елементів, як задача масового обслуговування.

## Тема 7. Експлуатаційна документація.

Загальні положення, склад експлуатаційної документації. Керівна, плануюча, обліково-звітна документація. Експлуатаційно-технічна документація. Ремонтна документація. Внесення змін в експлуатаційну та ремонтну документацію.

## 4. Структура навчальної дисципліни

| Назва змістовних модулів і тем                                                     | Кількість годин |              |    |     |      |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|----|-----|------|
|                                                                                    | Усього          | У тому числі |    |     |      |
|                                                                                    |                 | л            | п  | лаб | с.р. |
| Модуль 1                                                                           |                 |              |    |     |      |
| Змістовний модуль 1.Характеристики систем експлуатації                             |                 |              |    |     |      |
| 1. Надійність та готовність мехатронних систем                                     | 24              | 4            | 4  |     | 16   |
| 2. Технічне обслуговування мехатронних систем                                      | 25              | 4            | 4  |     | 17   |
| 3.Відновлюваність та збережуваність мехатронних систем.                            | 25              | 4            | 4  |     | 17   |
| Модульний контроль                                                                 | 1               |              |    |     | 1    |
| Разом за змістовним модулем 1                                                      | 75              | 12           | 12 |     | 51   |
| Модуль 2                                                                           |                 |              |    |     |      |
| Змістовний модуль 2. Організація та забезпечення експлуатації мехатронних систем   |                 |              |    |     |      |
| 5. Організація експлуатації мехатронних систем з урахуванням ергономічних факторів | 24              | 4            | 4  |     | 16   |
| 6. Забезпечення мехатронних них систем запасними елементами.                       | 25              | 4            | 4  |     | 17   |
| 7. Експлуатаційна документація.                                                    | 25              | 4            | 4  |     | 17   |
| Модульний контроль                                                                 | 1               |              |    |     | 1    |
| Всього за модулем 2                                                                | 75              | 12           | 12 |     | 51   |
| Всього                                                                             | 150             | 24           | 24 |     | 102  |

## 5. Теми семінарських занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|------------|-----------------|
|       |            |                 |

## 6. Теми практичних занять

| № з/п | Назва теми                                                                                              | Кільк. год. |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1     | Визначення характеристик ремонтпридатності, довговічності та зберігаємості елементів мехатронних систем | 4           |
| 2     | Вивчення об'єктивних та суб'єктивних факторів впливу на готовність мехатронних систем                   | 4           |
| 3     | Оформлення акту технічного стану виробу                                                                 | 4           |
| 4     | Вивчення номенклатури та змісту технічної документації складного виробу                                 | 2           |
| 5     | Вивчення методики контролю, обслуговування та відновлення програмних засобів.                           | 2           |

| № з/п | Назва теми                                                                                         | Кільк. год. |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 6     | Розрахунок комплекту запасних елементів для відновлення та ремонту складних систем                 | 4           |
| 7     | Вивчення методики врахування ергономічних факторів при організації експлуатації мехатронних систем | 2           |
| 8     | Вивчення експлуатаційної документації мехатронних систем                                           | 2           |
|       | <b>Всього</b>                                                                                      | <b>24</b>   |

## 7. Теми лабораторних занять

| № з/п        | Назва теми | Кільк. год. |
|--------------|------------|-------------|
| <b>Разом</b> |            |             |

## 8. Самостійна робота

| № з/п        | Назва теми                                                                                                     | Кільк. годин |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1.           | Оцінки надійності мехатронних систем на різних етапах життєвого циклу                                          | 8            |
| 2.           | Вивчення механізмів виникнення відмов.                                                                         | 6            |
| 3.           | Види та зміст технічного обслуговування мехатронних систем.                                                    | 8            |
| 4.           | Вплив перевірок на надійність складних систем.                                                                 | 8            |
| 5.           | Методи забезпечення заданого рівня надійності резервованих систем                                              | 8            |
| 6.           | Вивчення алгоритмів пошуку відмовивших елементів у мехатронних системах (групових та поелементних перевірок).  | 10           |
| 7.           | Шляхи врахування статистичних даних діяльності операторів в процесі експлуатації мехатронних систем.           | 8            |
| 8.           | Визначення необхідної кількості запасних елементів при періодичному поповненні та при запізненні в їх доставці | 8            |
| 9.           | Вивчення зразків керівної, плануючої та обліково-звітної документації типових вузлів мехатронних систем.       | 10           |
| 10.          | Вивчення методів оцінювання безвідмовності та готовності програмних засобів.                                   | 10           |
| 11.          | Вибір номенклатури та кількості запасних елементів, як розв'язок задачі масового обслуговування.               | 10           |
| 12.          | Вивчення порядку внесення змін в експлуатаційну та ремонтну документацію вузлів мехатронних систем.            | 8            |
| <b>Разом</b> |                                                                                                                | <b>102</b>   |

## 9. Індивідуальні завдання

### 10. Методи навчання

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

### 11. Методи контролю

Проведення поточного контролю вивчення дисципліни, письмового модульного контролю, фінального контролю у вигляді іспиту.

## 12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

### 12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

| Складові навчальної роботи            | Бали за одне заняття (завдання) | Кількість занять (завдань) | Сумарна кількість балів |
|---------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| <b>Змістовний модуль 1</b>            |                                 |                            |                         |
| Робота на лекціях                     | 0...1                           | 8                          | 0...8                   |
| Виконання та захист практичних занять | 0...4                           | 8                          | 0...32                  |
| Модульний контроль                    | 0...10                          | 1                          | 0...10                  |
| Всього за 1-й змістовний модуль       |                                 |                            | <b>0...50</b>           |
| <b>Змістовний модуль 2</b>            |                                 |                            |                         |
| Робота на лекціях                     | 0...1                           | 8                          | 0...8                   |
| Виконання та захист практичних занять | 0...4                           | 8                          | 0...32                  |
| Модульний контроль                    | 0...10                          | 1                          | 0...10                  |
| Всього за 2-й змістовний модуль       |                                 |                            | <b>0...50</b>           |
| <b>Всього за семестр</b>              |                                 |                            | <b>0...100</b>          |

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови здобувача від балів поточного тестування та наявності допуску до іспиту. При складанні семестрового іспиту здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з двох теоретичного запитань та задачі (практичне завдання). Максимальна кількість балів за одне теоретичне запитання – 30 балів. Максимальна кількість балів за практичне завдання – 40 балів.

### 12.2. Якісні критерії оцінювання

#### Необхідний перелік знань для одержання позитивної оцінки:

- основні характеристики надійності та готовності мехатронних систем;
- основні види технічного обслуговування та зберігання складових мехатронних систем;
- заходи з експлуатації мехатронних систем;
- методи випробовувань вузлів мехатронних систем на надійність.
- склад, порядок ведення та внесення змін до експлуатаційної документації.

#### Необхідний перелік умінь для одержання позитивної оцінки:

- вибирати оптимальне управління експлуатаційними процесами;
- здійснювати організаційні та технічні заходи щодо застосування, обслуговування, відновлення та модернізації апаратно-програмних засобів мехатронних систем;

- організовувати технічну експлуатацію мехатронних систем;
- вести експлуатаційну документацію.

### 12.3. Критерії оцінювання роботи студентів протягом семестру.

**Задовільно (60-74).** Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати всі завдання до практичних занять. Вміти самостійно давати характеристику загальним принципам експлуатації апаратних та програмних засобів мехатронних систем.

**Добре (75-89).** Твердо знати мінімум, захистити всі завдання до практичних занять. Показати вміння виконувати та захищати завдання до практичних занять в обумовлені викладачем терміни з обґрунтуванням оптимальних розв'язків задач. Показувати вміння розв'язувати задачі діагностування апаратних та програмних засобів, проводити розрахунки номенклатури та кількості запасного майна та приладдя, характеристик надійності та готовності мехатронних систем, вести експлуатаційну документацію.

**Відмінно (90-100).** У повному обсязі знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися в підручниках та навчальних посібниках. Досконально знати методи оптимізації рішень щодо експлуатації мехатронних систем, проводити розрахунки надійності та готовності мехатронних систем, періодичності технічного обслуговування, комплексу запасних елементів та приладдя, обґрунтовувати доцільність застосування методів контролю та діагностування апаратних та програмних засобів мехатронних систем. Своєчасно виконувати та захищати всі завдання до практичних занять в обумовлені викладачем термінами з обґрунтуванням точності рішень

#### Шкала оцінювання: бальна і традиційна

| Сума балів |              |              |
|------------|--------------|--------------|
|            | Іспит        | Залік        |
| 90 – 100   | Відмінно     | Зараховано   |
| 75 –89     | Добре        |              |
| 60–74      | Задовільно   |              |
| 0–59       | Незадовільно | Незараховано |

### 13. Політика навчального курсу

Пропущені заняття та невиконані завдання до практичних занять відпрацьовуються здобувачами протягом семестру, в якому вивчається дисципліна під час самостійної роботи. Захист завдань здійснюється під час щотижневих консультацій викладача. Завдання, які видаються здобувачу є унікальними та ґрунтуються виключно на навчально-методичних матеріалах, розроблених та надрукованих викладачем.

## **14.Методичне забезпечення**

Електронний ресурс, на якому розміщено навчально-методичний комплекс дисципліни:

сайт <https://library.khai.edu/>;

<https://mentor.khai.edu/>.

## **15. Рекомендована література**

### **Базова**

1. Благодарний М.П., Внуков І.П. Теоретичні основи експлуатації мехатронних комплексів: Навчальний посібник. - Харків:, Нац. аерокосмічний ун-т “Харк. авіац. ін-т”, 2014 .- 168 с.
2. Благодарний М.П., Теоретичні основи експлуатації мехатронних комплексів: посібник до практичних занять та дипломного проектування.- Харків:, Нац. аерокосмічний ун-т “Харк. авіац. ін-т”, 2016 .- 168 с.
3. Благодарний М.П., Тимонькін Г.М. Оцінка ефективності інженерних рішень: Конспект лекцій.- Харків: ХНАДУ, 2007.-120 с.
4. Благодарний М. П. Ефективність контролю мехатронних систем — Х. : Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2022. —168 с.

### **Допоміжна**

1. Основи цифрових систем/ І.П. Барбаш та інш. – Підручник.-Харків: Нац. аерокосмічний ун-т “Харк. авіац. ін-т”, 2002.-672 с.
2. Локазюк В.М. Надійність, контроль, діагностика та модернізація персональних комп'ютерів / Локазюк В.М., Савченко Ю.Г. – К.: Видавничий центр “Академія”, 2004.- 376 с.

## **16. Інформаційні ресурси**

1. Бібліотечно-інформаційний ресурс (книжковий фонд, періодика, фонди на електронних носіях тощо) бібліотеки Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», Харківської державної наукової бібліотеки імені В. Г. Короленка (<https://korolenko.kharkov.com/>, 61003, Харків, пров. Короленка, +38 (057) 731-11-01), Національної бібліотеки України ім. В. І. Вернадського (<http://www.nbuv.gov.ua/>, Київ, просп. Голосіївський, 3, тел. +380 (44) 525-81-04) та інших бібліотек (на розсуд викладача).

2. Інституційний репозитарій Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «ХАІ» (наукові статті, автореферати дисертацій та дисертації, навчальні матеріали, студентські роботи, матеріали конференцій, патенти, комп'ютерні програми, статистичні матеріали, навчальні об'єкти, наукові звіти).

3. Сайт кафедри [k305.khai@gmail.com](mailto:k305.khai@gmail.com).