

Міністерство освіти і науки України  
Львівський національний університет природокористування  
Факультет механіки, енергетики та інформаційних технологій  
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу ім. проф. О. Семковича

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Проректор з НВР

---

**професор Віталій БОЯРЧУК**

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 року

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### **НАДІЙНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ В АПК**

---

(назва навчальної дисципліни)

спеціальність: **208 Агроінженерія**

**другий (магістерський) рівень вищої освіти**

**ЛЬВІВ 2024**



Робоча програма з дисципліни «Надійність технологічних систем в АПК» для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти ОП «Агроінженерія» спеціальності 208 Агроінженерія

Розробник: Роман Кузьмінський, д.т.н., доцент  
Руслан БАРАБАШ, к.т.н., доцент

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича

Протокол від 25 серпня 2023 року № 1

Завідувач кафедри агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича



(підпис)

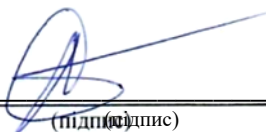
(Андрій ШАРИБУРА)

(ім'я та прізвище)

Робочу програму схвалено на засіданні методичної комісії факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій

Протокол від “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 202 року № \_\_\_

Голова методичної комісії факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій



(підпис)

(Степан КОВАЛИШИН)

(ім'я та прізвище)



## 1. Опис навчальної дисципліни

Галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

Характеристика навчальної дисципліни: Вибіркова

Кількість кредитів 3

Загальна кількість годин – 90

Індивідуальне науково-дослідне завдання \_\_\_\_\_  
(назва)

Вид контролю: залік

Тижневих аудиторних годин для денної форми навчання – 2

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить (%):

для денної форми навчання – 88

для заочної форми навчання – 32

## 2. Програма навчальної дисципліни

### Тема 1. Схеми надійності технологічних систем та їх аналіз

1. Технологічні системи аграрного виробництва. Їх класифікація.
2. Схеми надійності технологічних систем. Правила побудови.
3. Надійність елементів:

- неремонтопридатні елементи;
- моделі інтенсивностей відмов;
- попереджувальний ремонт для ремонтпридатних елементів;
- ідеальний аварійний ремонт для ремонтпридатних елементів;
- ідеальний аварійний і попереджувальний ремонт;
- реальний аварійний ремонт;
- реальний аварійний та попереджувальний ремонт

### Тема 2. Сітьові методи аналізу схем надійності технологічних систем

1. Розрахунок послідовних схем надійності.
2. Розрахунок паралельних схем надійності.
3. Метод мінімальних шляхів.
4. Метод мінімальних перерізів.
5. Метод ключового елемента.
6. Метод перетворень “трикутник – зірочка”
7. Розрахунок надійності з використанням формули повної ймовірності.
8. Розрахунок надійності з використанням твірної функції.

### Тема 3. Розрахунок надійності резервованих систем без відновлення

1. Загальна характеристика резервованих систем.
2. Розрахунок надійності при пасивному резервуванні:
  - 2.1 Пасивне резервування з постійним навантаженням.
  - 2.2 Пасивне резервування з перерозподілом навантаження.
  - 2.3 Пасивне резервування за навантаженням.
  - 2.4 Пасивне резервування з дробовою кратністю.
  - 2.5. Резервування елементів з двома типами відмов

### Тема 4. Розрахунок надійності систем при активному резервуванні

- 1 Активне резервування з ненавантаженим резервом.



- 2 Активне резервування з полегшеним резервом.
- 3 Активне резервування з навантаженим резервом.
- 4 Ковзальне резервування.
- 5 Оптимізація обсягів резервів.

**Тема 5. Аналіз надійності технологічних систем методом простору можливих станів (стаціонарні процеси)**

1. Поняття простору можливих станів.
2. Стохастичні процеси. Марковські процеси та їх аналіз.
3. Розрахунок надійності резервованих систем без відновлення.
4. Розрахунок надійності резервованих систем з відновленням.

**Тема 6. Аналіз нестационарних процесів зміни надійності технологічних систем**

1. Поняття про нестационарні процеси зміни показників надійності технологічних систем.
2. Система диференціальних рівнянь Чепмена-Колмогорова для нестационарних процесів.
3. Основні засади операційного числення. Поняття про пряме і зворотні інтегральні перетворення Лапласа.
4. Розрахунок тривалості перебування технологічних систем в кожному із можливих станів.

**Тема 7. Використання імітаційного моделювання для розрахунку показників надійності технологічних систем**

1. Загальне поняття про імітаційне моделювання та області його використання.
2. Методи імітаційного моделювання.
3. Генерація випадкових чисел.
4. Алгоритм імітаційного моделювання для розрахунку показників надійності технологічних систем.

### 3. Структура навчальної дисципліни

| Назви тем    | Кількість годин            |              |    |     |     |     |                        |              |    |     |     |     |
|--------------|----------------------------|--------------|----|-----|-----|-----|------------------------|--------------|----|-----|-----|-----|
|              | денна форма                |              |    |     |     |     | заочна форма           |              |    |     |     |     |
|              | усь ого                    | у тому числі |    |     |     |     | усь ого                | у тому числі |    |     |     |     |
|              |                            | л            | п  | лаб | інд | с.р |                        | л            | п  | лаб | інд | с.р |
| 1            | 2                          | 3            | 4  | 5   | 6   | 7   | 8                      | 9            | 10 | 11  | 12  | 13  |
|              | Рік підготовки 1 Семестр 2 |              |    |     |     |     | Рік підготовки Семестр |              |    |     |     |     |
| Тема 1       | 12                         | 2            | 2  | --- | --- | 8   | 12                     | 1            | 1  | --- | --- | 10  |
| Тема 2       | 12                         | 2            | 2  | --- | --- | 8   | 12                     | 1            | 1  | --- | --- | 10  |
| Тема 3       | 12                         | 2            | 2  | --- | --- | 8   | 12                     | 1            | 1  | --- | --- | 10  |
| Тема 4       | 12                         | 2            | 2  | --- | --- | 8   | 12                     | 1            | 1  | --- | --- | 10  |
| Тема 5       | 12                         | 2            | 2  | --- | --- | 8   | 12                     | 1            | 1  | --- | --- | 10  |
| Тема 6       | 12                         | 2            | 2  | --- | --- | 8   | 12                     | 1            | 1  | --- | --- | 10  |
| Тема 7       | 18                         | 4            | 4  | --- | --- | 10  | 18                     | 2            | 2  | --- | --- | 14  |
| Усього годин | 90                         | 16           | 16 | --- | --- | 58  | 90                     | 8            | 8  | --- | --- | 74  |



#### 4. Теми лабораторних (практичних) занять

| № з/п | Назва теми   | Кількість годин |
|-------|--|-----------------|
| 1     | Визначення параметрів закону розподілу показників надійності   | 2               |
| 2     | Побудова та аналіз схем надійності технологічних систем  | 2               |
| 3     | Розрахунок надійності технологічних систем з пасивним резервуванням                                  | 2               |
| 4     | Розрахунок надійності технологічних систем з активним резервуванням                                  | 2               |
| 5     | Оптимізація обсягів резервів у разі раптових і поступових відмов елементів системи                   | 2               |
| 6     | Розрахунок надійності технологічних систем методом простору можливих станів                          | 2               |
| 7     | Розрахунок надійності технологічних систем для нестационарного процесу зміни надійності її елементів | 4               |
|       | <b>УСЬОГО</b>  | <b>16</b>       |

#### 5. Теми винесені на самостійне вивчення

| № з/п | Назва теми  |
|-------|---|
| 1     | Конструктивні, технологічні та експлуатаційні заходи забезпечення надійності машин.         |
| 2     | Теоретичні основи побудови графіків інтенсивності відмов                                    |
| 3     | Метод аналітичного розподілу вимог до надійності за елементами                              |
| 4     | Структура показників надійності у технічних регламентах і технічних умовах                  |
| 5     | Теоретичні основи резервування  |
| 6     | Методи і способи проведення вимірювань. Оцінка невизначеності вимірювань. Використання ЕОМ. |
| 7     | Аналіз схем надійності методами булевої алгебри   |

#### 6. Методи навчання

**1. Словесні методи** (розповідь, пояснення, бесіда, лекція.)

**2. Наочні методи:**

- ілюстрація (презентації, таблиці, моделі, муляжі, малюнки тощо),
- демонстрування засобу демонстрування: навчальна телепередача або кіно-відеофільм чи його фрагмент; діюча модель, дослід; експеримент, спостереження та досліді в лабораторних умовах тощо.

**3. Практичні методи:** практичні та самостійні роботи.



## 7. Методи контролю

**1. Усне опитування** (фронтальне, індивідуальне, детальний аналіз відповідей студентів).

**2. Письмова аудиторна та поза аудиторна перевірка** (рішення задач і прикладів, виконання креслень, схем, підготовка різних відповідей, рефератів, контрольні роботи (з конкретних питань тощо).

**3. Практична перевірка** (розробка документації, виконання практичної роботи, аналіз виробничої інформації, рішення професійних завдань і т. д.

**4. Стандартизований контроль** (письмовий іспит).

*Види контролю:* Поточний контроль, проміжна та семестрова атестація.

## 8. Результати навчання

У результаті засвоєння окремих тем із дисципліни **«Надійність технологічних систем в АПК»** здобувачі другого (магістерського) рівня вищої освіти набувають знання, уміння та компетентності, що відповідають вимогам ОП **«Агроінженерія»** спеціальності 208 **«Агроінженерія»**.

| Індекс в матриці ОПП | Програмні компоненти   |
|----------------------|--|
| 1                    | 2  |
| ЗК 1                 | Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу   |
| ЗК 2                 | Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях  |
| ЗК 3                 | Знання та розуміння предметної області та розуміння аспектів професійної діяльності  |
| ЗК 4                 | Здатність приймати обґрунтовані рішення  |
| ФК 1                 | Здатність розв'язувати складні управлінські задачі та проблеми в сфері сільськогосподарського виробництва  |
| ФК 3                 | Здатність використовувати сучасні методи моделювання технологічних процесів і систем для створення моделей механізованих технологічних процесів сільськогосподарського виробництва |
| ФК 4                 | Здатність застосовувати сучасні інформаційні та комп'ютерні технології для вирішення професійних завдань.  |
| ФК 9                 | Здатність прогнозувати і забезпечувати технічну готовність сільськогосподарської техніки   |
| ФК 11                | Здатність до отримання і аналізу інформації щодо тенденцій розвитку аграрних наук, технологій і техніки в сільськогосподарському виробництві.                                      |
| РН 8                 | Створювати фізичні, математичні, комп'ютерні моделі для вирішування дослідницьких, проектувальних, організаційних, управлінських і технологічних задач                             |
| РН 9                 | Застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення та сучасні інформаційні технології для вирішення професійних завдань   |



|       |  |
|-------|--|
| РН 10 | Приймати ефективні рішення щодо складу та експлуатації комплексів машин  |
| РН 13 | Здійснювати ефективне управління та оптимізацію матеріальних потоків   |
| РН 14 | Забезпечувати роботоздатність і справність машин   |
| РН 16 | Створювати і оптимізувати інноваційні техніко-технологічні системи в рослинництві, тваринництві, зберіганні продукції і технічному сервісі |

### 9. Розподіл балів, які отримують студенти

| Поточне тестування та самостійна робота (разом 100 балів) |    |    |    |    |    |    | Сума |
|---|----|----|----|----|----|----|------|
| T1  | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 |      |
| 14  | 14 | 14 | 14 | 14 | 15 | 15 | 100  |

T1, T2 ... T7 – теми лабораторних робіт.

### 10. Методичне забезпечення

1. Кузьмінський Р., Барабаш Р., Кудриницька Н. Фізичні основи надійності. Частина 1. Методичні рекомендації для виконання практичних робіт здобувачами другого (магістерського) рівня вищої освіти з дисципліни «Надійність машин і систем» Дубляни, 2017. 73 с.

2. Кузьмінський Р., Барабаш Р., Кудриницька Н. Фізичні основи надійності. Частина 2. Методичні рекомендації для виконання практичних робіт здобувачами другого (магістерського) рівня вищої освіти з дисципліни «Надійність машин і систем» Дубляни, 2018. 33 с.

### 11. Рекомендована література

#### Базова

1. Новицький А.В., Ружи́ло З.В., Банний О.О., Бистрий О.М., Сиволапов В.А. Надійність машин та обладнання. Частина 1. Оцінка та забезпечення надійності машин та обладнання. К.: НУБіПУ, 2023. 211 с.

2. Болтянська Н.І. Надійність технологічних систем: посібник - практикум. Мелітополь: Люкс, 2019. 162 с.

3. Дорохов А.Н. Забезпечення надійності складних технічних систем: Підручник / А.Н. Дорохов, В.А. Керножицкий, А.Н. Миронов и др. СПб. : Лань. 2011. 352 с.

4. Шишмарев В.Ю. Надійність технічних систем: підручник для студ. вищих навч. закладів / В.Ю. Шишмарев. М. : Видавничий центр «Академія», 2010. 304 с.

5. Канарчук В. Є. Надійність машин : Підручник / В.Є. Канарчук, С.К. Полянський, М.М. Дмитрієв. Київ. Либідь, 2003. 424 с.

6. Кравченко И.Н. Основи надійності машин: Навчальний посібник для вузів / И.Н. Кравченко, В.А. Зорін, Е.А. Пучін, Г.И. Бондарева. Частина I. М. : 2007. 224 с.



7. Кравченко И.Н. Основы надёжности машин: Навчальний посібник для вузів / И.Н. Кравченко, В.А. Зорін, Е.А. Пучін, Г.И. Бондарева. Частина II. М. : 2007. 260 с.

8. Лімонт А.С. Теоретичні основи забезпечення працездатності машин : Навч. посіб. / А.С, Лімонт. Держ. агроєколог. ун – т. Житомир, 2008. 420 с.

9. Острейковский В.А. Теория надёжности : Учебник для вузов / В.А. Острейковский. М. : Высшая школа, 2003. 463 с.

10. Погорілий Л.В. Випробування сільськогосподарської техніки: науково – методичні засади оцінки та прогнозування надійності сільськогосподарських машин / Л.В. Погорілий, В.Я. Анілович. – Київ. Фенікс, 2004. 208 с.

## 12. Інформаційні ресурси

1. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського: <http://www.nbuv.gov.ua/>;

2. Львівська національна наукова бібліотека України імені Василя Стефаника: <http://www.lsl.lviv.ua/>;

3. Національна наукова сільськогосподарська бібліотека Національної академії аграрних наук: <http://www.dnsgb.com.ua/>;

4. Львівська обласна універсальна наукова бібліотека: <http://lounb.org.ua/>.

5. Бібліотечно-інформаційні ресурси – [книжковий фонд](#), періодика та фонди на [електронних носіях](#) бібліотеки ЛНУП, державних органів науково-технічної інформації, наукових, науково-технічних бібліотек та інших наукових бібліотек України.

6. Надійність технологічних систем. [Електронний ресурс] : офіційний сайт. – URL: <https://moodle.lnup.edu.ua/course/view.php?id=2333>.