

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



ЗАТВЕРДЖЕНО

Гарант освітньо-професійної програми
 «Автомобільний транспорт»
 другий (магістерський) рівень вищої освіти:
 д.т.н., професор

_____ Любомир КРАЙНИК

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Надійність машин і систем»

освітньо-професійна програма «Автомобільний транспорт»
 спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»
 другий (магістерський) рівень вищої освіти

ВИКЛАДАЧ



БАРАБАШ РУСЛАН ІВАНОВИЧ

E-mail: rbarabash@ukr.net
Google Scholar <https://scholar.google.com.ua/citations?hl=uk&user=M5WTrPoAAAAJ>
ORCID 0000-0001-5615-8067
Телефон +380672550600 (Viber, WhatsApp, Telegram)

Доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу ім. проф. О.Д. Семковича Львівського національного університету природокористування, кандидат технічних наук. Викладач з 20-річним досвідом, автор та співавтор понад 60 наукових статей, 40 навчально-методичних розробок.

Читає курси: Технічний сервіс в АПК, Обслуговування транспортних засобів, Технологія технічного сервісу, Надійність машин і систем. Сфера наукових інтересів: моделювання технологічних процесів технічного обслуговування.

ЛЬВІВ

Опис дисципліни

У межах зазначеної дисципліни курсу здобувачі вищої освіти формують загальні та спеціальні (фахові) компетентності. Зокрема, ця дисципліна передбачає вивчення надійності машин і систем, методи їх розрахунку, а також методи інженерного забезпечення необхідного рівня надійності.

Міждисциплінарні зв'язки: вивчення дисципліни *«Надійність машин і систем»* передбачає наявність систематичних та ґрунтовних знань із суміжних курсів: вища математика, математична статистика та теорія ймовірностей, експлуатаційні матеріали, трактори та автомобілі, взаємозамінність стандартизація і технічні вимірювання, автотракторні двигуни, технічна експлуатація машин, основи технології виробництва та ремонту машин, діагностика с.г. техніки.

Вимоги до знань та умінь визначаються галузевими стандартами вищої освіти України.

Предметом вивчення освітніх компонентів *«Надійність машин і систем»* є теоретичні, методичні та практичні аспекти передбачені освітньо-кваліфікаційною характеристикою, технологічними умовами і нормами, встановленими у галузі аграрні науки та продовольство.

Метою вивчення освітніх компонентів *«Надійність машин і систем»* є надання студентам необхідних знань та формування умінь із наукових основ створення фізичних, математичних, комп'ютерних моделей для вирішення дослідницьких, проектувальних, організаційних, управлінських і технологічних задач; застосовування спеціалізованого програмного забезпечення та сучасних інформаційних технологій для вирішення професійних завдань; прийняття ефективних рішень щодо складу та експлуатації комплексів машин; здійснення ефективного управління та оптимізація матеріальних потоків; забезпечування роботоздатності і справності машин; створення і оптимізація інноваційні техніко-технологічні системи в технічному сервісі.

Основними завданнями освітніх компонентів *«Надійність машин і систем»* є набуття студентом наступних компетентностей: здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, застосовування знань у практичних ситуаціях, прийняття обґрунтованих рішення; знання та розуміння предметної області та розуміння аспектів професійної діяльності; здатність розв'язувати складні управлінські задачі та проблеми в сфері сільськогосподарського виробництва; здатність використовувати сучасні методи моделювання технологічних процесів і систем для створення моделей механізованих технологічних процесів сільськогосподарського виробництва; здатність прогнозувати і забезпечувати технічну готовність сільськогосподарської техніки.

СТРУКТУРА КУРСУ
План лекційних занять з дисципліни

№ з/п	Тема, питання, що вивчаються
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
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.
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
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.
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.
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.
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.

План практичних занять з дисципліни

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

НАВЧАЛЬНИЙ КОНТЕНТ

Формування програмних компетентностей

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 вирішення 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

ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА

Методичне забезпечення

1. Кузьмінський Р., Барабаш Р., Кудринська 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., Кудринська 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.

Рекомендована література

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

2. Кравченко И.Н. Основы надёжности машин: Навчальний посібник для вузів / И.Н. Кравченко, В.А. Зорін, Е.А. Пучін, Г.И. Бондарева. Часть I. М. : 2007. 224 с.
3. Кравченко И.Н. Основы надёжности машин: Навчальний посібник для вузів / И.Н. Кравченко, В.А. Зорін, Е.А. Пучін, Г.И. Бондарева. Часть II. М. : 2007. 260 с.
4. Лімонт А.С. Теоретичні основи забезпечення працездатності машин : Навч. посіб. / А.С, Лімонт. Держ. агроєколог. ун – т. Житомир, 2008. 420 с.
5. Острейковский В.А. Теория надёжности : Учебник для вузов / В.А. Острейковский. М. : Высшая школа, 2003. 463 с.
6. 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.
7. 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.
8. Шишмарев В.Ю. Надійність технічних систем: підручник для студ. вищих навч. закладів / В.Ю. Шишмарев. М. : Видавничий центр «Академія», 2010. 304 с.

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

Політика щодо дедлайнів та перескладання: Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (75% від можливої максимальної кількості балів за вид діяльності балів). Перескладання модулів відбувається за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

Політика щодо академічної доброчесності: Списування під час контрольних робіт заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). Мобільні пристрої дозволяється використовувати лише під час он-лайн тестування та підготовки практичних завдань під час заняття.

Політика щодо відвідування: Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба,

працевлаштування, міжнародне стажування) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням із ведучим викладачем курсу.

Оцінювання

Остаточна оцінка за курс розраховується наступним чином:

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.

Питання з дисципліни «Надійність технологічних систем»

1. Складові надійності машин і систем.
2. Характеристика послідовних схем надійності.
3. Визначення тривалості перебування системи в кожному із можливих станів. Показники безвідмовності машин і систем.
4. Характеристика паралельних схем надійності.
5. Визначення коефіцієнта готовності технологічної системи з використанням методу простору можливих станів.
6. Показники довговічності машин і систем.
7. Мета та методика побудови схем надійності.
8. Запис системи диференціальних рівнянь Чепмена-Колмогорова за діаграмою простору можливих станів.
9. Показники ремонтпридатності машин і систем.
10. Алгоритм розрахунку послідовно-паралельних схем надійності.
11. Мета та методика побудови діаграми простору можливих станів.
12. Показники збережуваності машин і систем.
13. Застосування методу мінімальних шляхів для розрахунку надійності технологічних систем.
14. Розрахунок ймовірності перебування системи в кожному із можливих станів для стаціонарних процесів виникнення та усунення відмов.
15. Показники готовності машин і систем.
16. Застосування методу мінімальних перерізів для розрахунку надійності технологічних систем.
17. Розрахунок ймовірності перебування системи в кожному із можливих станів для нестационарних процесів виникнення та усунення відмов.
18. Способи задавання розподілу показників надійності технологічних систем
19. Експоненційний розподіл показників надійності технологічних систем та їх елементів.
20. Застосування методу ключового елемента для розрахунку надійності технологічних систем.
21. Забезпечення надійності технологічних систем резервуванням.

22. Нормальний розподіл показників надійності технологічних систем та їх елементів.
23. Застосування методу перетворення «трикутник-зірочка» для розрахунку надійності технологічних систем.
24. Класифікація елементів технологічних систем з точки зору надійності.
25. Біномний розподіл показників надійності технологічних систем та їх елементів.
26. Застосування діаграм В'єна для розрахунку надійності технологічних систем.
27. Ідеальний та реальний запобіжний ремонт. Їх призначення.
28. Розподіл Пуассона показників надійності технологічних систем та їх елементів.
29. Зв'язок між схемою надійності та діаграмою простору можливих станів.
30. Поняття технічного стану. Класифікація технічних станів.
31. Дайте характеристику інтегральної функції розподілу показників надійності.
32. Що таке значущість елемента у схемі надійності? Як її визначити?
33. Пошкодження та відмови класифікація відмов.
34. Який закон розподілу характеризується рівністю математичного сподівання та дисперсії? Дайте його характеристику.
35. Як визначити вклад елемента у надійність технологічної системи?
36. Технологічні системи аграрного виробництва. Їх класифікація.
37. Дайте характеристику диференціальної функції розподілу показників надійності.
38. Поясніть співвідношення між вагою та значущістю елемента у схемі надійності.
39. Пошкодження та відмови класифікація відмов.
40. Які закони розподілу використовують для опису дискретних показників надійності? Дайте їх характеристику.
41. Як визначити питомий вклад елемента у надійність технологічної системи?
42. Дайте характеристику диференціальної функції розподілу показників надійності.
43. Які закони розподілу використовують для опису неперервних показників надійності? Дайте їх характеристику.
44. Мета та методика побудови дерева відмов.
45. Дайте характеристику інтегральної функції розподілу показників надійності.
46. Поясніть, для чого використовують критерії згоди?
47. Назвіть програмні продукти, які використовують для розрахунку показників надійності технологічних систем та їх елементів.
48. Дайте характеристику граничного стану елементів технологічної системи.

49. Які закони розподілу використовують для опису неперервних показників надійності? Дайте їх характеристику.
50. Мета та методика побудови дерева відмов.
51. Критерії згоди. Критерій згоди Колмогорова-Смірнова.
52. Логарифмічний нормальний розподіл показників надійності технологічних систем і їх елементів.
53. Дайте характеристику методу мінімальних шляхів в термінах булевої алгебри.
54. Дайте характеристику диференціальної функції розподілу показників надійності.
55. Які закони розподілу використовують для опису неперервних показників надійності? Дайте їх характеристику.
56. Дайте характеристику методу мінімальних перерізів в термінах булевої алгебри.
57. Дайте характеристику інтегральної функції розподілу показників надійності.
58. Поясніть, що таке кількість ступенів свободи розподілу ?
59. Як перейти від логічної функції працездатності до алгебраїчної?