

Міністерство освіти і науки України  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
Кафедра надійності техніки

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан факультету  
конструювання та дизайну



Зіновій РУЖИЛО  
\_\_\_\_\_ 2023 р.

«СХВАЛЕНО»

на засіданні кафедри надійності  
техніки

Протокол № 10 від "15" 05 2023 р.

Завідувач кафедри  
Андрій НОВИЦЬКИЙ

«РОЗГЛЯНУТО»

Гарант ОНП  
«Біотехнології та біоінженерія»

Костянтин ЛОПАТЬКО

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
**Ефективність та надійність технологічних систем**

рівень вищої освіти – третій (освітньо-науковий)

спеціальність – 162 «Біотехнології та біоінженерія»

Розробники: к.т.н., доцент Новицький А.В.

к.е.н., доцент Мельник В.І.

Київ – 2023р.

## 1. Опис навчальної дисципліни

### Ефективність та надійність технологічних систем

Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь		
Галузь знань	16 Хімічна та біоінженерія	
Освітньо-науковий рівень	Третій (освітньо-науковий)	
Освітній ступінь	Доктор філософії	
Спеціальність	162 Біотехнології та біоінженерія	
Освітньо-наукова програма	Біотехнології та біоінженерія	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	вибіркова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	3	
Курсовий проєкт (робота)	Не передбачено	
Форма контролю	іспит	
Показник навчальної дисципліни для денної та заочної форми навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	1	1
Семестр	2	2
Лекційні заняття	30	8
Практичні, семінарські заняття	-	-
Лабораторні заняття	15	8
Самостійна робота	75	104
Індивідуальні завдання	-	-
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	3	4

### 1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Формування загальних і спеціальних компетентностей, необхідних для науково-педагогічних кадрів у галузі біоінженерії, отримання нових та/або практично спрямованих результатів для викладання та проведення

досліджень у сфері біотехнології та біоінженерії. Дисципліна забезпечує загальну наукову та технологічну підготовку майбутніх біотехнологів у НУБіП України: «Ефективність та надійність технологічних систем», яка є комплексною дисципліною, що містить основні відомості щодо складових ефективності технологічних систем, забезпечення ефективності та надійності машин і систем та методів їх оцінювання.

**1.1 Мета** дисципліни – навчитись забезпечувати показники ефективності та надійності технологічних систем протягом встановленого часу за умови оптимальних витрат матеріальних і трудових ресурсів на їх проектування, виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та ремонтування.

### **1.2. Завдання вивчення дисципліни**

- розкрити поняття технологічних систем, їх класифікацію;
- вивчити теоретичні основи ефективності ресурсного забезпечення та математичних методів теорії надійності технологічних систем;
- вивчити теоретичні основи забезпечення ефективності та надійності технологічних систем резервуванням;
- засвоїти поняття про методи моделювання, оцінювання та оптимізування надійності технологічних систем;
- розкрити взаємозв'язок між надійністю технологічних систем, їх параметрами та показниками ефективності їх роботи.

На лабораторних заняттях студенти виконують самостійно (під керівництвом викладача) на попередньо підготовленому матеріалі завдання відповідної лабораторної роботи. Результати лабораторних досліджень заносяться в журнал лабораторних робіт.

На теоретичному курсі дисципліни проводиться систематичний контроль знань студентів за пройденими розділами.

**За результатами вивчення навчальної дисципліни студент повинен опанувати компетентності:**

***Інтегральна компетентність***

Здатність розв'язувати комплексні проблеми професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності у сфері біотехнологій та біоінженерії, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики.

***Загальні компетентності (ЗК):***

Дисципліна закладає базу знань теоретичного характеру з ефективності та надійності технологічних систем. Дисципліна надає необхідні знання студенту для пошуку, оброблення та аналізування інформації з різних джерел, подальшого вивчення ним інших фахових дисциплін технічного та біотехнологічного спрямування, здатність приймати обґрунтовані рішення.

**ЗК1.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

**ЗК2.** Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

**ЗК3.** Здатність працювати в міжнародному контексті.

**ЗК4.** Здатність розв'язувати комплексні проблеми у сфері біотехнологій та біоінженерії на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності.

***Фахові (спеціальні) компетентності (СК):***

**СК1.** Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у сфері біотехнологій та біоінженерії та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з біотехнологій та суміжних галузей.

**СК3.** Здатність застосовувати сучасні методи та інструменти досліджень, і цифрові технології, бази даних та інші електронні ресурси,

спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та викладацькій діяльності.

**СК6.** Здатність критично аналізувати, оцінювати і синтезувати нові та комплексні ідеї у сфері біотехнологій та біоінженерії та з дотичних міждисциплінарних питань.

***Програмні результати навчання:***

**РН9.** Організовувати і здійснювати освітній процес у сфері біотехнологій та біоінженерії, його наукове, навчально-методичне та нормативне забезпечення, розробляти і викладати спеціальні навчальні дисципліни у закладах вищої освіти.

**РН10.** Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

**РН11.** Глибоко розуміти загальні принципи та методи біотехнологій та біоінженерії, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері біотехнологій та біоінженерії та у викладацькій практиці.

**2. Програма та структура навчальної дисципліни для:**

– повного терміну денної форми навчання студентів 1 курсу 2 семестр

2023/2024 навчального року

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							Заочна форма						
	тижні	усь ого	у тому числі					всь 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	14	
Змістовий модуль 1. Системні методи оцінки надійності систем														
Тема 1. Вступ до дисципліни.	1	4	2	-	2	-	5	-	1	-	1	-	12	

Надійність технологічних систем. Властивості та показники.													
Тема 2. Забезпечення надійності технологічних систем резервуванням	2-3	6	4	-	2	-	10	-	1	-	1	-	12
Тема 3. Оцінка та моделювання надійності технологічних систем	4-5	6	4		2		10	-	1		1		12
Разом за змістовим модулем 1			10	-	6	-	25	-	3	-	3	-	36
Змістовий модуль 2. Складові ефективності систем													
Тема 4. Ефективність ресурсних груп технологічних систем	5-6	6	4	-	2	-	10	-	1	-	1	-	12
Тема 5. Принципи ресурсо- та енергоощадження технологічної системи	7-8	6	4	-	2	-	10	-	1	-	1	-	12
Тема 6. Ефективність інноваційної діяльності технологічних систем	9-10	6	4	-	2	-	10	-	1	-	1	-	10
Разом за змістовим модулем 2			12	-	8	-	30	-	3	-	3	-	34
Змістовий модуль 3. Забезпечення ефективності та надійності машин і систем													
Тема 7. Напрями, методи і засоби забезпечення надійності технологічних систем протягом життєвого циклу	11-12		4	-	2	-	10	-	1	-	1	-	17
Тема 8. Ефективність функціонування	13-14		4	-	2	-	10	-	1	-	1	-	17

технологічної системи протягом життєвого циклу													
Підсумкова лекція	15		2		1		-	-	-	-	-	-	
Разом за змістовим модулем 3			9	-	9	-	20	-	2	-	2	-	34
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>		<b>30</b>	<b>-</b>	<b>15</b>	<b>-</b>	<b>75</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>104</b>

### 3. Теми лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ до дисципліни. Надійність технологічних систем. Властивості та показники.	4
2	Забезпечення надійності технологічних систем резервуванням	4
3	Оцінка та моделювання надійності технологічних систем	4
4	Ефективність ресурсних груп технологічних систем	4
5	Принципи ресурсо– та енергоощадження технологічної системи	4
6	Ефективність інноваційної діяльності технологічних систем	4
7	Напрями, методи і засоби забезпечення надійності технологічних систем протягом життєвого циклу	4
8	Ефективність функціонування технологічної системи протягом життєвого циклу	1
9	Підсумкова лекція	1

### 4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення ймовірності безвідмовної роботи технологічної системи.	2
2	Розрахунок надійності та оцінка ризиків виникнення відмов технологічних систем.	2
3	Оцінка та забезпечення надійності технологічних систем резервуванням	2
4	Оцінка та забезпечення надійності технологічних систем методом графів.	2
5	Прогнозування ефективності ресурсного забезпечення технологічних систем	2

6	Комплексне оцінювання ефективності інноваційної діяльності	2
7	Управління проектами – метод створення нововведень	2
8	Контрольна робота	1

### **5. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами.**

1. Визначення технологічної системи.
2. Класифікація технологічних систем.
3. Основні терміни та поняття надійності техніки.
4. Одиничні показники надійності об'єктів та обладнання.
5. Комплексні показники надійності.
6. Життєвий цикл об'єкта дослідження.
7. Методи підвищення надійності технологічних систем.
8. Показники та можливі стани технологічних систем.
9. Надійність технологічної системи «Людина-Машина-Середовище».
10. Надійність технологічної системи «Людина-Машина-Тварина».
11. Надійність технологічної системи «Людина-Машина-Рослина».
12. Відмови машин – раптові і поступові.
13. Нормальний закон розподілу. Параметри, якими характеризується нормальний закон розподілу.
14. Експоненціальний закон розподілу. Параметри, якими характеризується експоненціальний закон розподілу.
15. Закон розподілу Вейбулла-Гнеденко. Параметри, якими характеризується закон розподілу Вейбулла-Гнеденко.
16. Системи з послідовним та паралельним з'єднанням елементів.
17. Фактори, що визначають інтенсивність змін технічного стану об'єктів.
18. Методи аналізу відмов і ризиків.
19. Метод дерева відмов технологічних систем.
20. Метод просторових станів при оцінці надійності систем.
21. Загальна схема розрахунку машини на надійність.
22. Критерії граничного стану деталей з'єднань складальних одиниць та механізмів обладнання.
23. Загальні принципи підвищення надійності технологічних систем.
24. Вимоги до показників безвідмовності технологічних систем.
25. Вимоги до показників довговічності технологічних систем.
26. Вимоги до показників ремонтпридатності технологічних систем.
27. Вимоги до показників збереженості технологічних систем.
28. Узгодьте вид інвестиції та об'єкти інвестиційних вкладень.
29. Що є об'єктами інвестиційних вкладень за реального інвестування.
30. Що є об'єктами інвестиційних вкладень за фінансових інвестицій.



31. Прикладом якого виду інвестування є придбання боргових фінансових документів.
32. Прикладом якого виду інвестування є придбання основних засобів.
33. Прикладом якого виду інвестування є ремонтування і модернізація основних засобів.
34. Прикладом якого виду інвестування є вкладення в нематеріальні активи.
35. Поясніть суть реальних інвестицій.
36. Поясніть суть фінансових інвестицій.
37. Який вид інвестування забезпечує вкладення засобів в нематеріальні активи, що забезпечують впровадження сучасних наукових досягнень в практику діяльності підприємства.
38. Який вид інвестування забезпечує вкладення засобів в реальні матеріальні активи, в основному в оновлення основних засобів технологічної системи.
39. Проведіть класифікацію інновацій на рівні технологічної системи за типами.
40. Який вид інвестування передбачає введення нового методу виробництва.
41. Який вид інвестування передбачає введення нового продукту.
42. Визначте суть поняття «інвестиційний дохід підприємства».
43. Визначте суть поняття «сумарний річний прибуток».
44. Дайте визначення показника «рентабельність інвестиції».
45. Визначте Вартість інвестицій.
46. Визначте строк відшкодування інвестицій.
47. Визначте строк обороту інвестицій.
48. Як називається процес обчислення теперішньої вартості майбутніх грошових потоків.

## **6. Методи навчання.**

- Словесні: лекції;
- Наочні: слайди, відео, наочний матеріал (деталі, схеми, стенди).

### ***Практичні:***

- лабораторні роботи;
- технологічна практика;
- курсова робота;

– самостійна робота.

Успіх навчання загалом залежить від внутрішньої активності студентів, від характеру їхньої діяльності, то саме характер діяльності, ступінь самостійності та творчості мають бути важливими критеріями у виборі методу.

**Пояснювально-ілюстративний метод.** Студенти здобувають знання, слухаючи розповідь, лекцію, з навчальної або методичної літератури, через екранний посібник у "готовому" вигляді. Сприймаючи й осмислюючи факти, оцінки, висновки, вони залишаються в межах репродуктивного (відтворювального) мислення. Такий метод якнайширше застосовують для передавання значного масиву інформації. Його можна використовувати для викладення й засвоєння фактів, підходів, оцінок, висновків.

**Репродуктивний метод.** Ідеться про застосування вивченого на основі зразка або правила. Діяльність тих, кого навчають, є алгоритмічною, тобто відповідає інструкціям, розпорядженням, правилам - в аналогічних до представленого зразка ситуаціях.

**Метод проблемного викладення.** Використовуючи будь-які джерела й засоби, педагог, перш ніж викладати матеріал, ставить проблему, формулює пізнавальне завдання, а потім, розкриваючи систему доведень, порівнюючи погляди, різні підходи, показує спосіб розв'язання поставленого завдання. Студенти стають ніби свідками і співучасниками наукового пошуку.

**Частково-пошуковий, або евристичний метод.** Його суть - в організації активного пошуку розв'язання висунутих педагогом (чи самостійно сформульованих) пізнавальних завдань або під керівництвом педагога, або на основі евристичних програм і вказівок. Процес мислення набуває продуктивного характеру, але його поетапно скеровує й контролює педагог або самі студенти на основі роботи над програмами (зокрема й комп'ютерними) та з навчальними посібниками. Такий метод, один з різновидів якого є евристична бесіда, - перевірений спосіб активізації мислення, спонукання до пізнання.

*Дослідницький метод.* Після аналізу матеріалу, постановки проблем і завдань та короткого усного або письмового інструктажу ті, кого навчають, самостійно вивчають літературу, джерела, ведуть спостереження й виміри та виконують інші пошукові дії. Ініціатива, самостійність, творчий пошук виявляються в дослідницькій діяльності найповніше. Методи навчальної роботи безпосередньо переходять у методи, які імітують, а іноді й реалізують науковий пошук.

#### **7. Форми контролю:**

- контрольна робота;
- модульна контрольна робота;
- екзамен.

Контроль знань і умінь студентів (поточний і підсумковий) з дисципліни здійснюють згідно з кредитно-модульною системою організації навчального процесу. Рейтинг студента із засвоєння дисципліни визначається за 100 бальною шкалою. Він складається з рейтингу з навчальної роботи, для оцінювання якої призначається 70 балів, і рейтингу з атестації (екзамену) – 30 балів.

Критерії оцінки рівня знань на лабораторних, семінарських та практичних заняттях. На лабораторних заняттях кожен студент з кожної теми виконує індивідуальні завдання. Рівень знань оцінюється: “відмінно” – студент дає вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично вірні відповіді не менш ніж на 90% запитань, розв’язання задач та лабораторні вправи вірні, демонструє знання підручників, посібників, інструкцій, проводить узагальнення і висновки, акуратно оформляє завдання, був присутній на лекціях, має конспект лекцій чи реферати з основних тем курсу; “добре” – коли студент володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій і розрахунків, проте за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді, був присутній на лекціях, має конспект лекцій чи реферати з основних тем курсу; “задовільно” – коли студент дає правильну відповідь не менше ніж на 60%

питань, або на всі запитання дає недостатньо обґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає грубі помилки, які виправляє за допомогою викладача. При цьому враховується наявність конспекту за темою завдань та самостійність; “незадовільно з можливістю повторного складання” – коли студент дає правильну відповідь не менше ніж на 35% питань, або на всі запитання дає не обґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає грубі помилки. Має неповний конспект лекцій.

Підсумкова (загальна оцінка) курсу навчальної дисципліни. Є сумою рейтингових оцінок (балів), одержаних за окремі оцінювані форми навчальної діяльності: поточне та підсумкове тестування рівня засвоєності теоретичного матеріалу під час аудиторних занять та самостійної роботи (модульний контроль); оцінка (бали) за виконання лабораторних досліджень. Підсумкова оцінка виставляється після повного вивчення навчальної дисципліни, яка виводиться як сума проміжних оцінок за змістовні модулі. Остаточна оцінка рівня знань складається з рейтингу з навчальної роботи, для оцінювання якої призначається 70 балів, і рейтингу з атестації (екзамену) – 30 балів.

**8. Розподіл балів, які отримують** здобувача вищої освіти. Оцінювання здобувача вищої освіти відбувається згідно положенням «Про екзамени та заліки у НУБіП України» від 26.04.2023 р. протокол № 10 з табл. 1.

#### ПОЛІТИКА ОЦІНЮВАННЯ

<p><b><i>Політика щодо дедлайнів та перескладання:</i></b></p>	<p>Студент повинен здавати усі роботи в заплановані терміни до закінчення вивчення поточного модуля. Роботи, що здаються з порушенням термінів без поважних причин оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модульної контрольної роботи відбувається за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний) і дозволяється в термін до закінчення наступного модуля).</p>
<p><b><i>Політика щодо академічної доброчесності:</i></b></p>	<p>Списування, використанні мобільних девайсів, додаткової літератури під час модульних контрольних робіт, заліків та екзаменів заборонено. Письмові роботи, реферати повинні мати коректні текстові посилання на використану літературу.</p>

<b>Політика щодо відвідування:</b>	Відвідування лекційних та лабораторних занять є обов'язковим для всіх студентів. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись згідно з індивідуальним навчальним планом, затвердженим у визначеному порядку. Пропущені лекції, після їх опрацювання здобувачем вищої освіти, відпрацьовуються у вигляді співбесіди з викладачем або в онлайн формі. Пропущені лабораторні заняття відпрацьовуються студентами в лабораторії кафедри.
------------------------------------	---

### ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ СТУДЕНТІВ

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна за результати складання екзаменів заліків	
	екзаменів	заліків
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

Для визначення рейтингу здобувача вищої освіти із засвоєння дисципліни  $R_{\text{дис}}$  (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу з навчальної роботи  $R_{\text{НР}}$  (до 70 балів):  $R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{ат}}$ .

### 9. Методичне забезпечення.

- методичні вказівки для виконання лабораторних робіт;
- методичні вказівки для виконання курсової роботи;
- стенди, плакати;
- вимірювальне обладнання та різні пристосування для верстатів.

### 10. Рекомендована література

– **основна:**

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. Ревенко Ю. І., Бистрий О. М., Мельник В. І., Новицький А. В., Ружи́ло З. В. Кваліметрія: навчальний посібник. Київ : Прінтеко, 2022. 201 с.
3. Колонтай С. М. Системи технологій. Конспект лекцій. Одеса, одеський державний екологічний університет, 2020. 112 с.

4. Ткаченко А.М., Ханенко А.В., Бугрім О.Ю. Середовище функціонування бізнесу: навчальний посібник. Національний університет «Запорізька політехніка», 2022, 98 с.

– **ДОДАТКОВА:**

1. Ruzhylo, Z., Novitskii, A., Milko, D., Bulgakov, V., Beloev, I., & Rucins, A. (2022). Mathematical model for reliability assessment of device for preparation and distribution of animal feed as “Man-Machine”. In *Engineering for rural development* (pp. 911-917). Jelgava, Latvia.

2. Novytskyi A. V., Bannyi O. O. Statistical analysis of functioning of repair service of Ukraine. *Machinery and Energetics*, 2021, 12 (2), pp. 39–47.

3. Novitskiy A. V., Kharkovskiy I. S., Novitskiy Yu. A. Monitoring the technical condition of agricultural machinery for guideline materials for its operation. *Machinery and Energetics*, 2021, 12(4), pp. 85–93.

4. Ружило З. В., Мельник В. І., Новицький А. В., Ревенко Ю. І., Бистрий О. М., Попик П. С., Мельник В.І. Надійність машин та обладнання. Частина 2. Ремонтування машин та відновлення деталей: навчальний посібник. Київ : НУБіП України, 2023. 313 с.

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

6. ДСТУ 2470-94. Надійність техніки. Системи технологічні. Терміни та визначення

7. Скотнікова Л.П., Угрімова І.В. Роль інвестиційної стратегії у розвитку підприємства. Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». 2018. № 19 (1295). С. 19–22.

8. Bushovska L.B. (2017) Upravlinnia investytsiinoiu diialnistiu yak vazhlyvyi skladnyk ekonomichnoi bezpeky pidpriemstva [Management of investment activity as an important component of the economic security of the enterprise]. *Ekonomika i suspilstvo – Economy and Society*, 11, 170–176. Retrieved from: [https://economyandsociety.in.ua/journals/11\\_ukr/28.pdf](https://economyandsociety.in.ua/journals/11_ukr/28.pdf) (in Ukrainian).