

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.1/Б/ОК18- 2022
	Екземпляр № 1	Арк ___/1

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету
інформаційно-комп'ютерних
технологій

28 вересня 2022 р.,
протокол № 2



Голова Вченої ради

[Signature] Тетяна НІКІТЧУК

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Надійність, експлуатація та ремонт біомедичних систем»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»
спеціальності 163 «Біомедична інженерія»
освітньо-професійна програма «Біомедична інженерія»
освітньо-професійна програма «Біомедичний комп'ютинг»
факультет інформаційно-комп'ютерних технологій
кафедра комп'ютерних технологій у медицині та телекомунікаціях

Схвалено на засіданні кафедри
комп'ютерних технологій у
медицині та телекомунікаціях

27 вересня 2022 р.,
протокол № 9

В.о. завідувача кафедри

[Signature] Владислав ЧУХОВ

Гарант освітньо-професійної
програми

[Signature] Тетяна НІКІТЧУК

Розробник: к.т.н, доцент кафедри комп'ютерних технологій
у медицині та телекомунікаціях
КОРЕНІВСЬКА Оксана

Житомир
2022 – 2023 н.р.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.1/Б/ОК18- 2022
	Екземпляр № 1	Арк __/2

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5	Галузь знань 16 «Хімічна та біоінженерія» Напрямок підготовки	Професійна (за вибором)	
Модулів – 4	Спеціальність 163 “Біомедична інженерія”	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 4		2-й	–
Індивідуальне науково-дослідне завдання -		Семестр	
Загальна кількість годин – 150		3-й	–
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5 самостійної роботи студента – 2,5	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	Лекції	
		32 год.	–
		Практичні, семінарські	
		32 год.	–
		Лабораторні	
			–
		Самостійна робота	
86 год.	–		
Індивідуальні завдання: –			
Вид контролю: іспит			

Частка аудиторних занять і частка самостійної та індивідуальної роботи у загальному обсязі годин з навчальної дисципліни становить:

для денної форми навчання – 43 % аудиторних занять, 57 % самостійної та індивідуальної роботи;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.1/Б/ОК18- 2022
	Екземпляр № 1	Арк __ / 3

2. Мета та завдання дисципліни

Мета викладання дисципліни

Розширення кола питань, які розв'язуються радіоелектронною апаратурою в медицині, обумовлює широкий спектр типів та складність апаратури. У зв'язку з цим розширюється клас вимог до експлуатації радіоелектронної апаратури. Проблема експлуатації радіоелектронної апаратури об'єднує найрізноманітніші питання – від безпосереднього використання апарату до його ремонту, до забезпечення його надійного функціонування.

Мета вивчення дисципліни – набути знання з наукових та методичних основ експлуатації та ремонту радіоелектронної апаратури (РЕА), здійснювати профілактичні заходи по обслуговуванню РЕА, прогнозувати надійність РЕА в процесі її експлуатації.

Завдання вивчення дисципліни

Протягом навчання студент повинен набути теоретичних та практичних знань з наукових та методичних основ експлуатації та ремонту радіоелектронної апаратури (РЕА), прогнозувати надійність РЕА в процесі її експлуатації, вміти здійснювати та проектувати профілактичні заходи по обслуговуванню та ремонту РЕА.

В результаті вивчення даного курсу студент повинен **знати**:

- особливості побудови біотехнічних і медичних апаратів та систем;
- принцип функціонування основних вузлів біомедичної радіоелектронної апаратури;
- основи теорії надійності радіоелектронної апаратури;
- основи експлуатації біотехнічних та медичних апаратів та систем;
- основні алгоритми пошуку відмов РЕА;
- основи теорії ремонтпридатності РЕА.

Вміти:

- проводити розрахунок надійності РЕА;
- володіти знаннями щодо шляхів забезпечення та підвищення надійності РЕА на різних етапах її життя;
- розраховувати та планувати час на профілактичні та ремонтні роботи;
- проводити ремонт РЕА;
- розраховувати комплекти запасних елементів для комплектації РЕА.

Зміст навчальної дисципліни направлений на формування наступних **компетентностей**, визначених стандартом вищої освіти зі спеціальності 163 «Біомедична інженерія»:

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ФК-7. Здатність планувати, проектувати, розробляти, встановлювати, експлуатувати, підтримувати, технічно обслуговувати, контролювати і

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.1/Б/ОК18- 2022
	Екземпляр № 1	Арк __ / 4

координувати ремонт приладів, обладнання та системи для профілактики, діагностики, лікування і реабілітації, що використовується в лікарнях і науково-дослідних інститутах.

Отримані знання з навчальної дисципліни стануть складовими наступних **програмних результатів** навчання за спеціальністю 163 «Біомедична інженерія»:

ПРН-7. Здійснювати інженерний супровід, сервісне та інше технічне обслуговування при експлуатації лабораторно-аналітичної техніки, медичних діагностичних і терапевтичних комплексів та систем, а також оформляти типову документацію за видами робіт згідно з Технічним регламентом щодо медичних виробів.

ПРН-11. Здійснювати контроль якості та умов експлуатації медичної техніки та матеріалів медичного призначення, штучних органів та протезів.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Основи теорії надійності радіоелектронної апаратури

Тема 1. Надійність радіоелектронної апаратури. Основні поняття та визначення.

Тема 2. Показники надійності. Показники надійності невідновлювальної апаратури. Показники надійності відновлювальної апаратури. Комплексні показники надійності.

Тема № 3. Основні закони розподілу теорії надійності. Показники надійності при різних законах розподілу. Розподіл Вейбулла. Розподіл Релея. Нормальний розподіл. Гамма-розподіл. Розподіл Пуассона.

Тема № 4. Фактори, що визначають надійність РЕА та методи підвищення надійності РЕА

Схемно-конструктивні фактори. Виробничо-технологічні фактори. Експлуатаційні фактори. Методи підвищення надійності в процесі проектування та виробництва. Забезпечення надійності в процесі експлуатації та ремонту. Прогнозування відмов.

Модуль 2. Методи розрахунку надійності

Тема №5. Методи розрахунку надійності.

Класифікація методів розрахунку надійності РЕА. Аналітичні методи розрахунку надійності. Загальні поняття про логічні схеми приладів. Розрахунок надійності за допомогою методів графу. Перехід від логічної моделі до методу графів. Розрахунок надійності при раптових та параметричних відмовах.

Тема № 6. Розрахунок надійності систем, що не ремонтуються

Види розрахунків надійності систем з послідовним та паралельним з'єднанням. Методи розрахунку систем з неосновними видами з'єднання. Схеми „ m із n ”.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.1/Б/ОК18- 2022
	Екземпляр № 1	Арк __/5

Методи розрахунку систем з неосновними видами з'єднання. Мостові схеми.”
Розрахунок надійності складних систем.

Модуль 3. Основні відомості про резервування

Тема № 7. Резервування систем як метод підвищення надійності.

Основні поняття та види резервів. Способи включення резервів. Розрахунок схем при загальному та роздільному резервуванні. Розрахунок надійності та резервування при відмовах типу обрив та коротке замикання. Визначення надійності резервованих схем при двох видах відмов.

Тема № 8. Оптимальне резервування. Градієнтний метод. Метод невизначених множників Лагранжа. Методи прямого перебору та динамічного програмування.

Тема № 9. Розрахунок надійності систем, що ремонтуються. Розрахунок ремонтуємих систем. Розрахунок коефіцієнтів готовності та простою. Особливості розрахунку резервованих систем.

Модуль 4. Основи експлуатації та ремонту РЕА

Тема № 10. Задачі експлуатації, її складові частини та характеристики. Загальні положення та визначення.

Тема №11. Оцінка експлуатаційних властивостей РЕА по результатам експлуатації

Особливості оцінки показників експлуатації РЕА. Оцінка показників безвідмовності, довговічності, збережуваності та ремонтпридатності.

Тема № 12. Основи ремонтпридатності РЕА. Ремонт РЕА. Основні поняття, види, параметри та розрахунки. Трудоемність ремонтів. Ремонтпридатність РЕА. Поняття, види, параметри. Фактори, що впливають на ремонтпридатність. Розрахунок ремонтпридатності РЕА. Технічне обслуговування, методи поточних ремонтів. Трудоемність технічного обслуговування. Коефіцієнт технічного використання. Ефективність технічного обслуговування. Розподіл часу поточних ремонтів. Періодичність та об'єм профілактичних робіт на безперервно працюючій апаратурі, на апаратурі разового використання та на черговій апаратурі.

Тема № 13. Пошук несправних елементів в апаратурі.

Методи та способи пошуку несправних елементів в апаратурі.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.1/Б/ОК18- 2022
	Екземпляр № 1	Арк ___ / 6

4. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Зміст модуля	Розподіл часу			
	усього	лекції	практичні	Самостійна робота
ЛЕКЦІЙНИЙ МОДУЛЬ				
Модуль 1. Основи теорії надійності радіоелектронної апаратури				
Тема 1. Надійність радіоелектронної апаратури 1.1. Основні поняття та визначення.	7	2	1	4
Тема 2. Показники надійності 2.1. Показники надійності невідновлювальної апаратури. 2.2. Показники надійності відновлювальної апаратури. 2.3. Комплексні показники надійності.	8	2	2	4
Тема № 3. Основні закони розподілу теорії надійності. Показники надійності при різних законах розподілу 3.1. Розподіл Вейбулла. 3.2. Розподіл Релея. 3.3. Нормальний розподіл. 3.4. Гамма-розподіл. 3.5. Розподіл Пуассона.	10	2	4	4
Тема № 4. Фактори, що визначають надійність РЕА та методи підвищення надійності РЕА 4.1. Схемно-конструктивні фактори. 4.2. Виробничо-технологічні фактори. 4.3. Експлуатаційні фактори. 4.4. Методи підвищення надійності в процесі проектування та виробництва. 4.5. Забезпечення надійності в процесі експлуатації та ремонту. 4.6. Прогнозування відмов.	7	2	1	4
Теми на самостійне вивчення 1. Вивчення біноміального та гама-розподілу законів розподілу. [1, ст. 54-55, 62-64] 2. Основні фізико-хімічні процеси, що викликають старіння, вплив зовнішніх факторів на властивості і параметри матеріалів. [1, ст. 69-80]	6			6
Разом за модуль	38	8	8	22
Модуль 2. Методи розрахунку надійності				
Тема №5. Методи розрахунку надійності. 7.1 Класифікація методів розрахунку надійності РЕА. 7.2. Аналітичні методи розрахунку надійності. 7.3. Загальні поняття про логічні схеми приладів. Розрахунок надійності за допомогою методів графу.	8	2	2	4

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.1/Б/ОК18- 2022
	Екземпляр № 1	Арк. ___ / 7

Перехід від логічної моделі до методу графів. 7.4. Розрахунок надійності при раптових та параметричних відмовах.				
Тема № 6. Розрахунок надійності систем, що не ремонтуються 6.1. Види розрахунків надійності систем з послідовним та паралельним з'єднанням. 6.2. Методи розрахунку систем з неосновними видами з'єднання. Схеми „ m із n ”. 6.3. Методи розрахунку систем з неосновними видами з'єднання. Мостові схеми.” 6.4. Розрахунок надійності складних систем.	16	4	4	8
Надійність компонентів РЕА. Самостійне вивчення 7.1 Надійність резисторів, транзисторів, конденсаторів. 7.2. Надійність реле, діодів, індуктивностей.	6			6
Разом за модуль	30	6	6	18
Модуль 3. Основні відомості про резервування				
Тема № 7. Резервування систем як метод підвищення надійності. 8.1. Основні поняття та види резервів. 8.2. Способи включення резервів. 8.3. Розрахунок схем при загальному та роздільному резервуванні. 8.4. Розрахунок надійності та резервування при відмовах типу обрив та коротке замикання. 8.5. Визначення надійності резервованих схем при двох видах відмов.	14	4	2	8
Тема № 8. Оптимальне резервування 9.1. Градієнтний метод. 9.2. Метод невизначених множників Лагранжа. 9.3. Методи прямого перебору та динамічного програмування.	10	2	4	4
Тема № 9. Розрахунок надійності систем, що ремонтуються 10.1. Розрахунок ремонтуємих систем. Розрахунок коефіцієнтів готовності та простою. 10.2. Особливості розрахунку резервованих систем.	8	2	2	4
Теми на самостійне вивчення Прогнозування відмов РЕА. [2, ст. 160-165]	4			4
Разом за модуль	36	8	8	20
Модуль 4. Основи експлуатації та ремонту РЕА				
Тема № 10. Задачі експлуатації, її складові частини та характеристики. 11.1. Загальні положення та визначення.	14	4	4	6
Тема №11. Оцінка експлуатаційних властивостей	8	2	2	4

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.1/Б/ОК18- 2022
	Екземпляр № 1	Арк __ / 8

РЕА по результатам експлуатації 12.1. Особливості оцінки показників експлуатації РЕА. 12.2. Оцінка показників безвідмовності. 12.3. Оцінка показників довговічності. 12.4. Оцінка показників схоронності. 12.5. Оцінка показників ремонтпридатності.				
Тема № 12. Основи ремонтпридатності РЕА 13.1. Ремонт РЕА. Основні поняття, види, параметри та розрахунки. Трудоемність ремонтів. 13.2. Ремонтпридатність РЕА. Поняття, види, параметри. Фактори, що впливають на ремонтпридатність. Розрахунок ремонтпридатності РЕА. 13.3. Технічне обслуговування, методи поточних ремонтів. Трудоемність технічного обслуговування. Коефіцієнт технічного використання. Ефективність технічного обслуговування. 13.4. Розподіл часу поточних ремонтів. 13.5. Періодичність та об'єм профілактичних робіт на безперервно працюючій апаратурі, на апаратурі разового використання та на черговій апаратурі.	8	2	2	4
Тема № 13. Пошук несправних елементів в апаратурі. 14.1. Методи та способи пошуку несправних елементів в апаратурі.	8	2	2	4
Теми на самостійне вивчення 1. Забезпечення апаратури запасними елементами.	8			8
Разом за модуль	46	10	10	26
Разом	150	32	32	86

5. Теми практичних робіт

1	Методи розрахунку основних показників надійності.	2
	Закони розподілу випадкових величин.	4
	Методи розрахунку надійності	4
2	Розрахунок надійності систем з резервуванням	2
	Визначення вимог до надійності окремих вузлів РЕА на етапі проектування	4
	Методика розрахунку надійності реального вузла (для ДП)	
3	Методи оптимального резервування	4
	Визначення періодичності та об'єму профілактичних робіт на РЕА	4
4	Розрахунок систем, що ремонтуються	4
	Пошук несправних елементів в апаратурі	4
	Разом	32

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.1/Б/ОК18- 2022
	Екземпляр № 1	Арк. __/9

6. Самостійна робота студентів

Вид самостійної роботи	Кількість годин	Контрольні заходи	Термін виконання
Опрацювання лекційного матеріалу та обов'язкової літератури	16	Усне опитування	Протягом семестру
Вивчення розділів, що не розглядалися на лекціях	24	Проведення контрольних робіт	
Підготовка до практичних занять	16	Усне опитування Виконання завдань та задач біля дошки	Протягом семестру
Підготовка до контрольних робіт	30	Проведення контрольних заходів	Протягом семестру
Разом	86		

Теми розділів, що виносяться на самостійне вивчення

- Вивчення біноміального та гама-розподілу законів розподілу. [1, ст. 54-55, 62-64]
- Основні фізико-хімічні процеси, що викликають старіння, вплив зовнішніх факторів на властивості і параметри матеріалів. [1, ст. 69-80]
- Прогнозування відмов РЕА. [2, ст. 160-165]
- Забезпечення апаратури запасними елементами. Основні поняття про комплектацію ЗППом РЕА. Критерії достатності комплекту ЗПП. Основне рівняння процесів забезпечення ЗППом. Математична модель забезпечення апаратури ЗППом одного типоміналу [2, ст. 183-187]
- Алгоритм розрахунку оптимального комплекту запасних елементів. [2, ст. 200-203].

7. Індивідуальні завдання

Навчальним планом не передбачені.

8. Методи навчання

Навчальний процес побудований на сполученні лекційних і практичних занять з самостійною роботою студентів.

Лекційні заняття призначені для теоретичного осмислення та узагальнення складних розділів курсу, що висвітлюється в основному на проблемному рівні.

Практичні заняття призначені для наочної демонстрації практичного використання вивченого матеріалу та отримання навичок розв'язку задач з

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.1/Б/ОК18- 2022
	Екземпляр № 1	Арк __ / 10

основ теорії надійності.

Самостійна робота студентів направлена на закріплення вивченого матеріалу та поглиблення знань в області надійності, ремонту та експлуатації РЕА. Форми самостійної роботи студентів: вивчення лекційного матеріалу, робота з літературою, підготовка до практичних занять.

9. Методи контролю

При вивченні дисципліни передбачаються наступні форми контролю: 2 контрольні роботи, які проводяться на лекціях, 2 домашні контрольні роботи, перевірка конспектів. Підсумкова форма контролю – іспит. Питання для іспиту та КР приведені нижче.

Контрольні запитання

Модуль 1

1. Основі терміни та визначення теорії надійності. Види відмов.
2. Класифікація показників надійності.
3. Показники надійності не відновлювальної апаратури.
4. Показники надійності відновлювальної апаратури.
5. Комплексні показники надійності.
6. Вплив різних факторів на показники надійності.
7. Забезпечення надійності. Шляхи підвищення надійності (на різних етапах роботи РЕА).
8. Основні закони розподілу теорії надійності.
9. Закони розподілу випадкових величин. Розподіл Пуассона.
10. Закони розподілу випадкових величин. Нормальний розподіл.
11. Закони розподілу випадкових величин. Розподіл Вейбулла.
12. Закони розподілу випадкових величин. Розподіл Релея.

Модуль 2

13. Класифікація методів розрахунку надійності. Аналітичні методи розрахунку та повний розрахунок систем.
14. Складання логічних схем розрахунку надійності. Розрахунок надійності за допомогою методу графів. Перехід від логічної моделі до методу графів.
15. Розрахунок надійності при раптових та параметричних відмовах.
16. Розрахунок надійності та резервування при відмовах типу обрив та коротке замикання.
17. Визначення надійності резервованих схем при двох видах відмов.
18. Види розрахунків надійності.
19. Надійність компонентів РЕА (реле, діоди тощо).
20. Резервування. Основні поняття та види. Способи включення резервів. Розрахунок схем при загальному та роздільному резервуванні.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.1/Б/ОК18- 2022
	Екземпляр № 1	Арк __/ 11

21. Розрахунок надійності системи з резервуванням. Системи з незмінним навантаженням та системи з напруженим активним резервуванням з абсолютно надійними перемикачами.
 22. Розрахунок надійності системи с резервуванням. Системи з активним ненапруженим резервом та полегшеним резервом.
 23. Розрахунок надійності системи с резервуванням. Змінне резервування.
 24. Оптимальне резервування. Поняття та види.
 25. Методи розрахунку систем з послідовним та паралельним з'єднанням.
 26. Методи розрахунку систем з неосновними видами з'єднання. Схеми „*m* із *n*”.
 27. Методи розрахунку систем з неосновними видами з'єднання. Мостові схеми.”
 28. Розрахунок надійності складних систем.
- Модуль 3, 4**
29. Задачі експлуатації. Її фази та характеристики.
 30. Ремонт РЕА. Основні поняття, види, параметри та їх розрахунок.
 31. Технічне обслуговування РЕА. Основні поняття, види, параметри та їх розрахунок.
 32. Ефективність ТО та вартість обслуговування та експлуатації РЕА. Коефіцієнт технічного використання.
 33. Розрахунок ремонтуємих систем. Розрахунок коефіцієнтів готовності та простою.
 34. Особливості розрахунку резервованих систем.
 35. Пошук несправних елементів в апаратурі.
 36. Основні поняття про комплектацію ЗІПом РЕА. Критерії достатності комплекту ЗІП.
 37. Основне рівняння процесів забезпечення ЗІПом. Математична модель забезпечення апаратури ЗІПом одного типоміналу.

10. Розподіл балів, що отримують студенти

Студент за час викладання дисципліни може набрати 100 балів. Ця кількість балів складається з оцінювання знань отриманих в результаті вивчення лекційного матеріалу, а також навичок отриманих на практичних роботах і вивченню матеріалу самостійного та оцінюється за результатами проведення модульних контрольних робіт. Заплановано 4 контрольні роботи, 2 аудиторні та 2 домашні. Аудиторна контрольна робота складається з 2 питань: 1 – тестові питання, за які можна отримати максимально 10 балів; 2 – розв'язок задачі, яка також оцінюється в 5 балів. Таким чином за кожен модульну контрольну роботу студент може отримати максимально 15 балів. Домашні контрольні роботи оцінюються максимально в 20 та 10 балів. Таким чином за всі 4 контрольні роботи студент може отримати 60 балів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.1/Б/ОК18- 2022
	Екземпляр № 1	Арк ___ / 12

Під час проведення практичних занять студенти розв'язують задачі біля дошки. За кожен задачу можна отримати 5 балів. Розв'язуючи задачі можна покращити загальну оцінку за семестр. Крім цього активна участь студентів у роботі під час лекційних та практичних занять (відповіді на питання, допомога у розв'язку задач) заохочується 0,5 балами. Таким чином за практичні та аудиторні модулі кожен студент може отримати 96 балів. Ще 4 бали студенти отримують за результатами опрацювання самостійних завдань. Це показано в таблиці 1.

Таблиця 1.

Вид роботи	Оцінювання роботи	Максимальна кількість балів за модулі	Примітка
1) Активна участь у роботі	0,5 бала	10 балів	
2) Письмова контрольна робота (аудиторні)	15 балів	30 балів	
1) Розв'язок задач біля дошки	5 балів	30 балів	
2) Письмова контрольна робота (домашні)	5 балів	30 балів	
Разом		100 балів	

Шкала оцінювання

За шкалою	Екзамен	Залік	Бали
A	Відмінно	Зараховано	90-100
B	Добре	Зараховано	82-89
C			74-81
D	Задовільно	Зараховано	64-73
E			60-63
FX	Незадовільно	Не зараховано	35-59
F		Не зараховано	0-34

Якщо студент не згоден з оцінкою отриманою за семестр або не виконав програму курсу, то він направляється на здачу екзамену.

11. Рекомендована література

Основна література

1. Коренівська О.Л. «Надійність, експлуатація та ремонт радіоелектронної та телекомунікаційної техніки" Навчальний посібник [Електронне видання] / О.Л. Коренівська, В.Б. Бенедицький. – Житомир: «Житомирська політехніка», 2020. – 185 с.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.1/Б/ОК18- 2022
	Екземпляр № 1	Арк __ / 13

2. Васілевський О. М. Нормування показників надійності технічних засобів : навчальний посібник / О. М. Васілевський, О. Г. Ігнатенко. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 160 с.

Додаткова література

3. Залужний А.М. Надійність та діагностика технічних систем: Навч. посібник. - Ж.: ЖІТІ, 2002. - 356с. 250 екз.

4. Фізичні основи надійності медичних приладів та систем: конспект лекцій для студентів усіх форм навчання приладобудівних спеціальностей / Укл.:Т.Ю.Кісіль, Р.В.Трембовецька, В.В. Тичков – Черкаси: ЧДТУ, 2016 – 55 с.

12. Інформаційні ресурси в Інтернеті

Освітній портал Житомирської політехніки. <https://learn.ztu.edu.ua/>

<https://learn.ztu.edu.ua/course/view.php?id=4921>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.1/Б/ОК18- 2022
	Екземпляр № 1	Арк __ / 14

Оцінювання результатів навчання

Оцінювання результатів навчання складається з:

- а) оцінювання модульного контролю;
- б) оцінювання семестрового (рубіжного) контролю;
- в) оцінювання підсумкового контролю.

Загальні критерії оцінювання

Результати іспитів, заліків та модульних контролів виражаються в оцінках. При визначенні оцінки студента до уваги беруться;

- рівень його теоретичної підготовки, уміння творчо застосовувати одержані теоретичні знання для вирішення практичних завдань згідно з майбутньою спеціальністю або спеціалізацією, знання технічних характеристик устаткування, обладнання та приладів, що застосовуються у фаховій діяльності, знання нормативних документів щодо їх експлуатації;

- якість практичної підготовки, вміння проводити відповідно до фаху необхідні розрахунки і аналіз інформації згідно з державними стандартами і вимогами, вміння складати необхідні звітні документи і проводити необхідні виміри, користуватися відповідним устаткуванням, обладнанням і приладами;

- вміння використовувати при обґрунтуванні своїх рішень останні досягнення науки і техніки;

- якість відповіді (обґрунтованість, чіткість, стислість), здатність впевнено і правильно відповідати на теоретичні запитання і пояснювати практичні дії, спроможність логічно будувати свій виступ, аргументовано відстоювати свою точку зору.

Оцінювання модулів

Модульна оцінка є комплексною оцінкою і складається з оцінки теоретичного питання, розв'язування задачі і відповіді на тестові питання.

- “відмінно” виставляється, якщо студент безпомилково, логічно і ґрунтовно дав письмову відповідь на теоретичне питання, показав всебічні знання основної та додаткової літератури, правильно розв'язав задачу і дав правильну відповідь на всі тестові питання.

- “добре” виставляється, якщо студент виявив повне знання теоретичного питання, досить логічно його описав, але припустив логічну непослідовність і незначні помилки, використовував у відповіді основні та додаткові наукові джерела, не повністю розв'язав задачу і допустив математичні помилки, дав чотири правильні відповіді на тестові завдання.

- “задовільно” виставляється, якщо студент, викладаючи теоретичне питання, виявив знання суттєвих елементів навчального матеріалу, має уявлення про зміст основних і додаткових наукових джерел, розв'язав задачу з незначними помилками і дав правильну відповідь на три тестових завдання.

- “незадовільно” виставляється, якщо студент неправильно описав теоретичне питання, не володіє знаннями суттєвих елементів навчального матеріалу, неправильно розв'язав задачу, дав менше трьох правильних відповідей на тестові завдання.

Якщо при модульному контролі одне із завдань оцінено “двійкою”, а всі викладені – в якості загальної оцінки ставиться “задовільно”. В інших випадках виставляється середньоарифметична оцінка.

Якщо студент не згоден з підсумковою модульною оцінкою, або має “двійку” хоча б по одному з модульних контролів, він складає іспит, який проводиться за білетами.

Якщо іспит проводиться по білетах, то критерій оцінки наступний:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.1/Б/ОК18- 2022
	Екземпляр № 1	Арк __ / 15

- оцінка “відмінно” виставляється студентіві, який всебічно, безпомилково, ґрунтовно і в логічній послідовності відповідає на поставлені запитання, вільно виконує практичні завдання, знає основні та додаткові наукові джерела;

- оцінка “добре” виставляється студентіві, який виявив повне знання з поставлених запитань та володіє методами виконання практичних завдань, але припускається логічної непослідовності або виявляє недостатньо глибоке знання навчального матеріалу, знає основні та додаткові наукові джерела;

- оцінку “задовільно” отримує студент, який виявив знання суттєвих елементів навчального матеріалу і виконує практичні завдання з незначними помилками, але має необхідні знання, щоб виправити їх за допомогою викладача, має уявлення про зміст основних та додаткових наукових джерел;

- оцінка “незадовільно” виставляється студентіві, який не володіє знанням суттєвих елементів навчального матеріалу, припускається глибоких помилок під час виконання практичних завдань і не має достатньої підготовки для їх виправлення з допомогою викладача.