

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

Кафедра Радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих
засобів і технологій (№ 502)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник проектної групи


(підпис)

М.Ф. Бабаков
(ініціали та прізвище)

«31» серпня 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ РАДІОЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 17 Електроніка та телекомунікація
(шифр і найменування галузі знань)
Спеціальність: 172 Телекомунікації та радіотехніка
(код і найменування спеціальності)
Освітня програма: Радіоелектронні комп'ютеризовані засоби
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2021 рік

Робоча програма Основи проектування радіоелектронних засобів
(назва дисципліни)
для студентів за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка
освітньою програмою Радіоелектронні комп'ютеризовані засоби

«31» серпня 2021 р., – 13 с.

Розробник: Бабаков М.Ф., професор каф. 502, к.т.н., доцент
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри Радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих засобів і технологій (№ 502)
(назва кафедри)

Протокол № 1 від «31» серпня 2021 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор
(науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

О.В. Висоцька
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 6	Галузь знань <u>17 Електроніка та телекомунікація</u> (шифр і найменування) Спеціальність <u>172 Телекомунікації та радіотехніка</u> (код і найменування) Освітня програма <u>Радіоелектронні комп'ютеризовані засоби</u> (найменування) Рівень вищої освіти: перший бакалаврський	Цикл вибіркової підготовки Обов'язкова
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 2		2020/2021
Індивідуальне завдання		Семестр
<u>Розрахункова робота</u> (назва)		5-й
Загальна кількість годин – 64/180		Лекції*
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 7,25		32 години
		Практичні, семінарські*
		16 годин
		Лабораторні*
	16 годин	
	Самостійна робота	
	116 годин	
	Вид контролю	
	модульний контроль, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 64/116

*Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета навчання: надати студентам базові знання про фізико-теоретичні та методологічні основи проектування нового покоління радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих засобів, необхідних для подальшого вивчення фахових дисциплін зі спеціальностей 172 Телекомунікації та радіотехніка.

Завдання: формування у студентів розуміння основних принципів проектування сучасних радіоелектронних та біомедичних засобів, їх показників якості та моделей, чинників, що впливають на них, та заходів по забезпеченню належної якості РЕЗ.

Результати навчання:

Інтегральна компетенція:

Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі телекомунікації та радіотехніки, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетенції:

ЗК2 – здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

ЗК4 – знання та розуміння предметної області та розуміння предметної діяльності;

ЗК8 – вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

Фахові компетенції:

ФК4 – здатність здійснювати комп'ютерне моделювання пристроїв, систем і процесів з використанням універсальних пакетів прикладених програм;

ФК5 – здатність використовувати нормативну та правову документацію, що стосується телекомунікаційних та радіотехнічних систем;

ФК10 – здатність здійснювати монтаж, налагодження, налаштування, дослідну перевірку працездатності та здачу в експлуатацію засобів телекомунікації та радіотехніки;

ФК15 – здатність проводити розрахунки у процесі проектування телекомунікаційних та радіотехнічних засобів.

Програмні результати навчання:

ПРН1 – знання теорій та методів фундаментальних та загальних наук для розв'язання спеціалізованих задач та практичних проблем у галузі електроніки та телекомунікації;

ПРН6 – вміння проектувати в тому числі схемотехнічно нові (модернізувати існуючі) елементи (модулі, блоки, вузли) телекомунікаційних та радіотехнічних систем.

Міждисциплінарні зв'язки:

Дисципліна базується на знаннях з вищої математики, фізики, теорії кіл, схемотехніки, елементної бази, основ проектування РЕЗ;

Дисципліна забезпечує основи конструювання та технології РЕЗ, випускну роботу бакалавра, профільні дисципліни підготовки магістра, випускну роботу магістра.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовний модуль 1. Системотехнічні властивості РЕЗ та принципи системного підходу при їх створенні.

Тема 1. Вступ до дисципліни

Радіоелектронні та біомедичні засоби. Класифікація. Конструкції РЕЗ. Покоління РЕЗ. Проектування та конструювання РЕЗ. Предмет вивчення і задачі дисципліни. Місце дисципліни і навчальному плані.

Тема 2. Функціональна та конструктивна складність РЕЗ

Функціональна складність. Умови розміщення. Функціональні системи конструкцій. Конструктивна складність, чинники, що впливають на конструкції.

Тема 3. Основні системотехнічні властивості РЕЗ

Функції конструкцій та їхні стани. Пошкодження, несправності та відмови. Класифікація відмов. Відновлюваність, ремонтуємість та обслуговуємість конструкцій. Надійність (безвідмовність, довговічність, збережуваність та ремонтпридатність конструкцій). Відмовостійкість, живучість, готовність, стійкість, тривкість, міцність конструкцій. Класифікація РЕЗ за основними системотехнічними властивостями.

Тема 4. Принципи системного підходу до проектування РЕЗ

Системний підхід до проектування. Конструкція як складна система. Принципи системного підходу. Показники якості конструкцій. Комплексний показник якості. Чинники, що впливають на якість та надійність конструкцій (об'єктивні, суб'єктивні, зовнішні, внутрішні, схемно-конструкторські, виробничі, експлуатаційні).

Тема 5. Детерміновані та імовірнісні моделі якості РЕЗ

Детерміновані моделі якості конструкцій. Структурні та коефіцієнтні моделі типу "вхід-вихід". Функції чутливості. Показники якості динамічних об'єктів.

Імовірнісні моделі характеристик та властивостей конструкцій. Параметри імовірнісних моделей як параметри конструкцій. Обґрунтування імовірнісних моделей конструкцій.

Тема 6. Статистичні моделі якості

Точечні та інтервальні оцінки параметрів конструкцій. Методи їх отримання. Урахування апіорної інформації. Типові приклади знаходження точечних та інтервальних оцінок.

Метод найменших квадратів в задачі відновлення функціональних залежностей при конструюванні. Багатофакторна лінійна залежність та її відновлення.

Задачі перевірки статистичних гіпотез при прийнятті конструкторських рішень. Параметричні та непараметричні гіпотези. Гіпотези щодо нормально-розподілених характеристик конструкцій, для типових прикладів.

Регресійні моделі в конструкторських задачах. Різновиди регресійних моделей та методи їх отримання. Регресійна лінійна багатофакторна модель. Пасивний та активний

регресійні експерименти з конструкціями. Методологія активного оптимального експерименту.

Тема 7. Моделі точності конструкцій РЕЗ

Поняття точності. Види допусків. Рівняння похибки системи. Коефіцієнти чутливості та впливу. Методи аналізу точності: імовірнісний, на найгірший випадок, статистичних випробувань. Розрахунок виробничих електричних допусків, експлуатаційних допусків, допусків на старіння.

Модульний контроль

Змістовний модуль 2. Основні фізичні процеси, що супроводжують та зумовлюють функціонування конструкцій РЕЗ та моделі надійності РЕЗ

Тема 8. Енергія механічної дії та її перетворення в відгук конструкції

Енергія механічної дії та її перетворення в відгук конструкції. Види та джерела експлуатаційних механічних дій (вібрації, удари, лінійне прискорення, акустичні шуми, тиск, комбіновані дії). Методи оцінки експлуатаційних механічних дій. Виробничі механічні дії та методи їх оцінки.

Динамічні характеристики блоків і елементів конструкцій, види відмов та порушення функціонування за механічних дій. Механічна система конструкцій, її основні функції і характеристики. Моделі елементів конструкції у вигляді системи із зосередженими та розподіленими параметрами. Реакція конструкцій на вібрації, удари, акустичні дії.

Тема 9. Тепломасообмін в конструкціях РЕЗ

Тепломасообмін в конструкціях. Процеси теплообміну. Кондуктивний теплообмін. Конвективний теплообмін. Теплове випромінювання. Дифузія та конвективний масообмін. Теплообмін при кипінні. Теплообмін при конденсації. Масообмін. Вологість. Поглинання вологи матеріалами. Основні задачі конструювання щодо забезпечення тепломасообміну.

Тема 10. Електромагнітна сумісність в конструкціях РЕЗ

Електромагнітна сумісність. Види ненамірених електромагнітних завад. Електромагнітні, магнітостатичні та електростатичні поля в конструкціях. Ефекти їх екранування. Електроакустичні поля. Паразитні електричні зв'язки. Основні конструкторські задачі щодо забезпечення електромагнітної сумісності.

Тема 11. Внутрішні деградаційні процеси в елементах конструкції РЕЗ

Класифікація фізико-хімічних процесів, що прямо чи опосередковано впливають на працездатність елементів. Кінетичні закономірності фізико-хімічних процесів в матеріалах елементів. Дефекти в твердих тілах. Процеси дифузії. Сорбційні процеси.

Процеси механічного руйнування твердих тіл. Утворення та розвиток тріщин. Адсорбційне зниження міцності. Процеси теплового руйнування твердих тіл.

Процеси електричного руйнування твердих діелектриків та напівпровідників.

Старіння матеріалів: металів та сплавів, полімерних матеріалів. Кінетика процесів старіння.

Старіння провідників та напівпровідників.

Вплив зовнішніх діючих чинників на характеристики та властивості матеріалів.

Тема 12. Статистичні та фізико-статистичні моделі надійності

Статистичні моделі надійності: відмов, відновлення, збережуваності, довговічності.

Статистичні та фізико-статистичні моделі відмов.

Тема 13. Показники надійності конструкцій

Показники безвідмовності невідновлюваних та відновлюваних об'єктів. Показники ремонтопридатності: збережуваності, довговічності. Комплексні показники надійності.

Тема 14. Моделі надійності систем елементів

Моделі надійності структур з елементів. Моделі надійності структур з відновленням елементів. Види резервування в.

Тема 15. Забезпечення надійності РЕЗ при проектуванні, виробництві та експлуатації

Програми забезпечення надійності. Забезпечення безвідмовності та ремонтопридатності. Технічне обслуговування та ремонт. Збереження.

Модульний контроль

Модуль 2

Виконання індивідуального завдання – розрахункова робота

Контрольний захід: іспит.

4. Структура навчальної дисципліни

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовний модуль 1. Системотехнічні властивості РЕЗ та принципи системного підходу при їх створенні					
Тема 1. Вступ до дисципліни	6	2			4
Тема 2. Функціональна та конструктивна складність РЕЗ	6	2			4
Тема 3. Основні системотехнічні властивості РЕЗ	6	2			4
Тема 4. Принципи системного підходу до проектування РЕЗ	6	2			4
Тема 5. Детерміновані та імовірнісні моделі якості РЕЗ	20	2	8		10
Тема 6. Статистичні моделі якості	22	2	6	-	14
Тема 7. Моделі точності конструкцій РЕЗ	16	2	2	4	8
Модульний контроль	2			2	
Разом за змістовним модулем 1	84	14	16	6	48
Змістовний модуль 2. Основні фізичні процеси, що супроводжують та зумовлюють функціонування конструкцій РЕЗ та моделі надійності РЕЗ					
Тема 8. Енергія механічної дії та її перетворення в відгук конструкції	6	2			4
Тема 9. Тепломасообмін в конструкціях РЕЗ	6	2			4
Тема 9. Електромагнітні процеси в конструкціях РЕЗ	6	2			4

Тема 11. Внутрішні деградаційні процеси в елементах конструкції РЕЗ	14	24			12
Тема 12. Статистичні та фізико-статистичні моделі надійності	14	4		4	6
Тема 13. Показники надійності конструкцій	12	2			10
Тема 14. Моделі надійності систем елементів	16	2		4	10
Тема 15. Забезпечення надійності РЕЗ при проектуванні, виробництві та експлуатації	10	26			8
Модульний контроль	2			2	
Разом за змістовним модулем 2	86	18		10	58
Модуль 2					
Індивідуальне завдання: розрахункова робота	10				10
Контрольний захід	10				10
Усього годин	180	32	16	16	116

3. Теми семінарських занять
не передбачено навчальним планом

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Модуль 1		
1	Імовірнісні моделі в задачах проектування	2
2	Багатовимірні імовірнісні моделі в задачах проектування	2
3	Модель працездатності РЕЗ за критеріями навантаження і міцності	2
4	Точкові оцінки показників якості	2
5	Інтервальні оцінки показників якості	2
6	Перевірка гіпотез щодо показників якості	2
7	Показники точності конструкцій	2
8	Комплексна оцінка якості	2
Усього годин		16

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження моделей раптових відмов	2
2	Дослідження моделей деградаційних відмов	2
3	Визначення полів допусків на вихідні параметри і елементи електронних засобів методом статистичного моделювання	4
4	Методи цифрового статистичного моделювання безвідмовності складних об'єктів	4
6	Модульний контроль 1,2	4
Разом		16

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Модуль 1		
1	Вступ до дисципліни	4
2	Функціональна та конструктивна складність	4
3	Основні системотехнічні властивості	4
4	Принципи системного підходу до проектування	4
5	Детерміновані та імовірнісні моделі якості	10
6	Статистичні моделі якості	14
7	Моделі точності конструкцій	8
8	Енергія механічної дії та її перетворення в відгук конструкції	4
9	Тепломасообмін в конструкціях	4
10	Електромагнітна сумісність в конструкціях	4
11	Внутрішні деградаційні процеси в елементах конструкції	12
12	Статистичні та фізико-статистичні моделі надійності	6
13	Показники надійності конструкцій	10
14	Моделі надійності систем елементів	10
15	Забезпечення надійності РЕЗ при проектуванні, виробництві та експлуатації	8
Модуль 2		
	Виконання розрахункової роботи	10
	Разом	116

9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Виконання розрахункової роботи «Розрахунок комплексного показника якості та аналіз впливу зовнішніх діючих чинників на працездатність варіанту РЕЗ чи РЕЗ РЕЗ». За варіантом РЕЗ чи РЕЗ потрібно:	10
Разом:		10

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, лабораторних робіт, аудиторних практичних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами лекцій, лабораторних робіт та практичних занять, самостійне виконання розрахункової та курсової робіт, виконання контрольних модулів.

11. Методи контролю

Поточний контроль роботи на лекціях, практичних заняттях та лабораторних роботах, здача лабораторних робіт, захист розрахункової роботи, захист курсової роботи, два письмові модульні контролі, письмовий іспит, диференційований залік за результатами виконання і захисту курсової роботи.

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
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...0,5	10	0...5
Виконання і захист лабораторних робіт	0...4	2	0...8
Виконання і захист практичних занять	0...2	8	0...16
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...0,5	14	0...7
Виконання і захист лабораторних робіт	0...4	3	...12
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Виконання і захист РР	0...12	1	0...12
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль іспит проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з трьох теоретичних та одного практичного питання. Максимальна кількість балів: за теоретичне питання – 20, за практичне питання – 40 (сума 100 балів)

12.2. Якісні критерії оцінювання

Знати: класифікації комп'ютеризованих РЕЗ; принципи системного підходу до проектування; моделі показників якості; фізичні процеси, що зумовлюють трудоздатність та якість РЕЗ; принципи забезпечення надійності РЕЗ.

Вміти: обґрунтовувати показники якості; визначати впливові фактори на об'єкт; розраховувати показники надійності; обґрунтовувати методи забезпечення надійності.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімально-достатній рівень знань та умінь. Вміти викладати отримані знання в усній чи письмовій формі; при цьому, неповний обсяг засвоєного навчального матеріалу не повинен перешкоджати засвоєнню наступного програмного матеріалу; допускаються окремі істотні помилки, виправлені за допомогою викладача. Виконати та захистити всі лабораторні роботи з навчальної дисципліни. Відповідати на теоретичні питання на елементарному рівні в межах конспекту лекцій.

Вирішувати простіші задачі модульного контролю. Вміти пояснити типові алгоритми та програмні рішення, що використовувалися при виконанні лабораторних робіт.

Добре (75-89). Показати середній рівень знань та умінь. Викладати отримані знання в усній чи письмовій формі у достатньому обсягу, системно, відповідно до вимог навчальної програми (допускаються окремі несуттєві помилки, що виправляються студентом після указівки викладача). Виділяти істотні ознаки вивченого за допомогою операцій аналізу і синтезу; підкріплювати вивчений матеріал відомими фактами і відомостями; виявляти причинно-наслідкові зв'язки досліджуваних процесів та явищ; формулювати висновки і узагальнення, у яких можуть бути окремі несуттєві помилки. Виконати та захистити всі лабораторні роботи з навчальної дисципліни. Відповідати на теоретичні питання на достатньому рівні в межах конспекту лекцій та рекомендованих підручників, вміти обґрунтовано обирати типові рішення. Вирішувати задачі модульного контролю середнього рівня складності. Вміти розробляти типові алгоритми та програмні рішення, подібні тим, що використовувалися при виконанні лабораторних робіт.

Відмінно (90-100). Показати відмінний рівень знань та умінь. Викладати отримані знання в усній чи письмовій формі у повному обсягу, системно, відповідно до вимог навчальної програми (припустимими є одиничні несуттєві помилки, які студент виправляє самостійно). Виділяти істотні ознаки вивченого за допомогою операцій аналізу і синтезу; вільно оперувати відомими фактами і відомостями; виявляти причинно-наслідкові зв'язки досліджуваних процесів та явищ; формулювати висновки і узагальнення. Виконати та захистити всі лабораторні роботи з навчальної дисципліни. Відповідати на теоретичні питання на високому рівні в межах конспекту лекцій, рекомендованих підручників та додаткової літератури, вміти аналізувати надану інформацію та пропонувати нестандартні рішення, вміти їх обґрунтовувати. Вирішувати задачі модульного контролю високого рівня складності. Вміти розробляти нестандартні алгоритми та програмні рішення, відмінні від тих, що використовувалися при виконанні лабораторних робіт.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

1. Методичні рекомендації з розрахункової роботи «Аналіз впливу зовнішніх чинників на працездатність варіанту РЕА» . Сайт кафедри, розділ навчальної дисципліни „Фізико-теоретичні основи проектування РЕА”: <http://k502.xai.edu.ua/u/>
2. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни. Бабаков М.Ф. Фізико-теоретические основы проектирования радиоэлектронных средств: учеб. пособие по лаб.практикуму/ М.Ф. Бабаков, И.К. Васильева, А.В. Попов.– Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2015.-84с.

14. Рекомендована література

Базова

1. ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення.
2. ДСТУ 2862-94. Надійність техніки. Методи розрахунку показників надійності. Основні положення.

3. Бабаков М.Ф. Моделі надійності радіоелектронної апаратури: навч. посіб./ М.Ф. Бабаков. –Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2016.-100с.
4. Основи надійності цифрових систем / В.С. Харченко та інші – підручник. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т "ХАІ", 2004 – 573 с.
5. Радіотехніка: Енциклопедичний навчальний довідник: Навч. посібник / за ред. Ю.Л. Мазора, Є.А. Мачуського, В.І. Правди. – К.: Вища шк., 1999. – 838 с.іл.

Допоміжна

1. Анализ и обеспечение надежности электронной аппаратуры при проектировании/ М.Ф.Бабаков – учеб. пособие. – Харьков: Нац. аэрокосмический ун-т «Харьк. авиац. ин-т.», 2002. – 90 с.
2. Фролов В.А. Анализ и оптимизация в прикладных задачах конструирования РЭС: Учеб. пособие – К.: Выща шк., 1991 – 310 с. Б-51, К-2.
3. Бабаков М.Ф. Нормирование и расчет надежности радиоэлектронной аппаратуры: учеб. пособие/ М.Ф. Бабаков, И.К.Васильева, И.И. Дерюга. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2008. – 77с.
4. Бабаков М.Ф. Проектная оценка надежности электронных аппаратов / М.Ф. Бабаков, О.С. Уруцкий – Учеб. пособие. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2006. – 48 с.
5. Бабаков М.Ф. Нормирование и расчет надежности радиоэлектронной аппаратуры: учеб. пособие/ М.Ф. Бабаков, И.К.Васильева, И.И. Дерюга. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2008. – 77с.
6. Бабаков М.Ф. Физико-теоретические основы проектирования радиоэлектронных средств: учеб. пособие по лаб.практикуму/ М.Ф. Бабаков, И.К. Васильева, А.В. Попов.– Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2015.-84с

15. Інформаційні ресурси

1. Інформаційний портал кафедри 502, розділ навчальної дисципліни «Основи проектування РЕЗ»: <http://k502.xai.edu.ua/u/>
2. Сайт кафедри 502 розділ електронної бібліотеки: http://k502.xai.edu/page_id=334