

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

В.о. декана ФІКТ
Лобанчикова Н.М.

« _____ » _____ 20__ р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ОСНОВИ КОНСТРУЮВАННЯ БІОМЕДИЧНОЇ АПАРАТУРИ»

для студентів освітнього рівня «бакалавр»
спеціальності 163 «Біомедична інженерія»
освітньо-професійна програма «Біомедична інженерія»
факультет інформаційно-комп'ютерних технологій
кафедра біоінженерії та телекомунікацій

Робочу програму схвалено на
засіданні кафедри біомедичної
інженерії та телекомунікацій
протокол від « 29 » серпня 2018 р.
№ 1

Завідувач кафедри біомедичної
інженерії та телекомунікацій
_____ Т.М. Нікітчук

Розробник: к.т.н., ст. викл. кафедри біоінженерії та телекомунікацій

Коломієць Р. О.

Житомир
2018 – 2019 н.р.

| | |
|------|---|
| ЖДТУ | Міністерство освіти і науки України Житомирський державний технологічний університет |
|------|---|

1. Опис навчальної дисципліни

| Найменування показників | Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень | Характеристика навчальної дисципліни | |
|---|--|--------------------------------------|-----------------------|
| | | денна форма навчання | заочна форма навчання |
| Кількість кредитів – 8 | Галузь знань: 16 – «Хімічна та біоінженерія» | Нормативна (за вибором) | |
| Модулів – 8 | Спеціальність: 163 – «Біомедична інженерія» | Рік підготовки: | |
| Змістових модулів – 8 | | 2017 / 2018 | – |
| Загальна кількість годин - 240 | | Семестр | |
| | | 5-й | – |
| Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 12 | Освітній рівень: «бакалавр» | Лекції | |
| | | 32 год. | –. |
| | | Практичні, семінарські | |
| | | – | – |
| | | Лабораторні | |
| | | 16 год. | – |
| | | Самостійна робота | |
| | | 192 год. | – |
| | | Індивідуальні завдання: – | |
| | | Вид контролю: КМР | |

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання дисципліни «**Основи конструювання БМА**» вивчення студентами основних процесів та закономірностей, які використовуються при проектуванні конструкції, виробництві та експлуатації радіоелектронної апаратури, що відзначається високими показниками щодо виконуваних функцій та якості, а також малогабаритністю і надійністю.

Основним **завданням** викладання даної дисципліни є засвоєння студентами сучасних досягнень прикладних фізико-теоретичних галузей наук, які складають фундаментальні основи конструювання і технології сучасної електронної апаратури; поглиблене розуміння студентами фізичних процесів і теоретичних закономірностей, які складають фізичні та методологічні основи при створенні нового покоління радіоелектронних засобів; ефективно використання студентами основних електрофізичних процесів і явищ на етапах розробки, виготовлення і експлуатації радіоелектронної апаратури.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

знати :

- сучасні досягнення прикладних фізико-теоретичних галузей наук, які складають фундаментальні основи конструювання і технології сучасних радіоелектронних засобів;
- фізичні процеси і теоретичні закономірності, які складають методологічні основи при створенні нових поколінь радіоелектронних засобів;
- методи та засоби конструювання, які включають в себе пошук та документальне оформлення конструкторських рішень, конструювання різних деталей, з'єднань та друкованих плат, методи компонування блоків ЕА та вимоги до оформлення конструкцій;
- основні способи захисту ЕА від теплових, механічних, атмосферних та електромагнітних впливів;

вміти :

- ефективно використовувати основні електрофізичні процеси та явища на етапах розробки, виготовлення та експлуатації радіоелектронних засобів при оптимізації моделювання і автоматизації виробництва;
- ефективно застосовувати методи та засоби конструювання, що включають в себе пошук та документальне оформлення конструкторських рішень, конструювання специфічних (нестандартних) деталей, методи компонування блоків ЕА та вимоги до оформлення конструкцій.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Загальні принципи конструювання радіоелектронної апаратури.

1. Системний підхід при конструюванні РЕА. Ієрархічний принцип побудови РЕА. Покоління РЕА.
2. Класифікації РЕА. Життєвий цикл та етапи розробки РЕА. Використання САПР при проектуванні РЕА.
3. Показники якості РЕА. Стандартизація конструкцій РЕА. Конструкційні схеми РЕА.
4. Конструкція РЕА як об'єкт виробництва. Методи забезпечення технологічності конструкцій РЕА.

Змістовий модуль 2. Електричні з'єднання в РЕА.

5. Класифікація електричних з'єднань в РЕА. Вплив електричних з'єднань на параметри конструкцій РЕА.
6. Нероз'ємні електричні з'єднання. Пайка. Роз'ємні електричні з'єднання.
7. Друкований монтаж. Навісний та SMT-монтаж. Об'ємний монтаж РЕА.
8. Монтаж РЕА різних структурних рівнів. Монтажні дроти і кабелі.

Змістовий модуль 3. Електромагнітна сумісність РЕА.

9. Поняття електромагнітної сумісності. Внутрішні та зовнішні завади.
10. Електромагнітна сумісність цифрових і аналогових вузлів.
11. Паразитні параметри друкованих плат.
12. Захист РЕА від електромагнітних завад. Екранування.

Змістовий модуль 4. Тепловий режим конструкцій РЕА.

13. Вплив теплового режиму на ефективність та якість конструкцій РЕА. Системи забезпечення теплового режиму РЕА.
14. Тепловідведення конвекцією. Радіатори.
15. Тепловідведення за допомогою теплових труб та термоелектричного ефекту.
16. Розрахунок теплового режиму РЕА.

Змістовий модуль 5. Захист конструкцій РЕА від атмосферних впливів.

17. Вплив вологи на ефективність та якість конструкцій РЕА.
18. Захист РЕА та елементів її конструкції від вологи.
19. Забезпечення електричної міцності конструкцій РЕА при герметизації.
20. Оцінка ступеня герметичності РЕА.

Змістовий модуль 6. Захист РЕА від механічних впливів.

21. Види, джерела і характеристики механічних впливів.
22. Захист РЕА від механічних впливів за допомогою віброізоляції.
23. Забезпечення міцності та жорсткості конструкцій РЕА.
24. Механічні з'єднання модулів РЕА.

Змістовий модуль 7. Особливості конструкції РЕА НВЧ-діапазону.

25. Функціональні особливості РЕА НВЧ-діапазону.
26. Конструкції пасивних і напівпровідникових елементів НВЧ-техніки.
27. Конструкції функціональних вузлів, модулів та блоків НВЧ-техніки.
28. Конструкції антен.

Змістовий модуль 8. Спеціальні питання конструювання РЕА.

29. Вплив вимог ергономіки та естетики на ефективність та якість РЕА.
30. Основи композиції.
31. Особливості конструкцій РЕА на мікросхемах.
32. Особливості конструкцій РЕА медичного призначення.

4. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

| Кредитні модулі | Змістовні модулі | Кількість годин | | | |
|-----------------|---|-----------------|----------|-------------|-------------------|
| | | Всього | Лекції | Лабораторні | Самостійна робота |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | Модуль 1. Загальні принципи конструювання радіоелектронної апаратури | | | | |
| № 1 | 1. Системний підхід при конструюванні РЕА. Ієрархічний принцип побудови РЕА. Покоління РЕА. Класифікації РЕА. | 9 | 1 | 2 | 6 |
| | 2. Класифікації РЕА. Життєвий цикл та етапи розробки РЕА. Використання САПР при проектуванні РЕА. | 7 | 1 | - | 6 |
| | 3. Показники якості РЕА. Стандартизація конструкцій РЕА. Конструкційні схеми РЕА. | 7 | 1 | - | 6 |
| | 4. Конструкція РЕА як об'єкт виробництва. Методи забезпечення технологічності конструкцій РЕА. | 7 | 1 | - | 6 |
| | <i>Разом змістовий модуль 1</i> | 30 | 4 | 2 | 24 |
| | Модуль 2. Електричні з'єднання в РЕА | | | | |
| № 2 | 1. Класифікація електричних з'єднань в РЕА. Вплив електричних з'єднань на параметри конструкцій РЕА | 7 | 1 | - | 6 |
| | 2. Нероз'ємні електричні з'єднання. Пайка. Роз'ємні електричні з'єднання | 7 | 1 | - | 6 |
| | 3. Друкований монтаж. Навісний та SMT-монтаж. Об'ємний монтаж РЕА | 7 | 1 | - | 6 |
| | 4. Монтаж РЕА різних структурних рівнів. Монтажні дроти і кабелі. | 9 | 1 | 2 | 6 |
| | <i>Разом змістовий модуль 2</i> | 30 | 4 | 2 | 24 |
| | Модуль 3. Електромагнітна сумісність РЕА | | | | |
| № 3 | 1. Поняття електромагнітної сумісності. Внутрішні та зовнішні завади. | 7 | 1 | - | 6 |
| | 2. Електромагнітна сумісність цифрових і аналогових вузлів. | 7 | 1 | - | 6 |
| | 3. Паразитні параметри друкованих плат. | 7 | 1 | - | 6 |
| | 4. Захист РЕА від електромагнітних завад. Екранування. | 9 | 1 | 2 | 6 |
| | <i>Разом змістовий модуль 3</i> | 30 | 4 | 2 | 24 |
| | Модуль 4. Тепловий режим конструкцій РЕА | | | | |
| № 4 | 1. Вплив теплового режиму на ефективність та якість конструкцій РЕА. Системи забезпечення теплового режиму РЕА. | 7 | 1 | - | 6 |
| | 2. Тепловідведення конвекцією. Радіатори. | 9 | 1 | 2 | 6 |
| | 3. Тепловідведення за допомогою теплових труб та термоелектричного ефекту. | 7 | 1 | - | 6 |
| | 4. Розрахунок теплового режиму РЕА. | 7 | 1 | - | 6 |
| | <i>Разом змістовий модуль 4</i> | 30 | 4 | 2 | 24 |

| | |
|------|---|
| ЖДТУ | Міністерство освіти і науки України Житомирський державний технологічний університет |
|------|---|

| Модуль 5. Захист конструкцій РЕА від атмосферних впливів. | | | | | |
|--|--|------------|-----------|-----------|------------|
| № 5 | 1. Вплив вологи на ефективність та якість конструкцій РЕА. | 7 | 1 | - | 6 |
| | 2. Захист РЕА та елементів її конструкції від вологи. | 7 | 1 | - | 6 |
| | 3. Забезпечення електричної міцності конструкцій РЕА при герметизації. | 9 | 1 | 2 | 6 |
| | 4. Оцінка ступеня герметичності РЕА. | 7 | 1 | - | 6 |
| | <i>Разом змістовний модуль 5</i> | 30 | 4 | 2 | 24 |
| Модуль 6. Захист РЕА від механічних впливів. | | | | | |
| № 6 | 1. Види, джерела і характеристики механічних впливів. | 7 | 1 | - | 6 |
| | 2. Захист РЕА від механічних впливів за допомогою віброізоляції. | 7 | 1 | - | 6 |
| | 3. Забезпечення міцності та жорсткості конструкцій РЕА | 9 | 1 | 2 | 6 |
| | 4. Механічні з'єднання модулів РЕА | 7 | 1 | - | 6 |
| | <i>Разом змістовний модуль 6</i> | 30 | 4 | 2 | 24 |
| Модуль 7. Особливості конструкції РЕА НВЧ-діапазону. | | | | | |
| № 7 | 1. Функціональні особливості РЕА НВЧ-діапазону. | 7 | 1 | - | 6 |
| | 2. Конструкції пасивних і напівпровідникових елементів НВЧ-техніки. | 7 | 1 | - | 6 |
| | 3. Конструкції функціональних вузлів, модулів та блоків НВЧ-техніки. | 9 | 1 | 2 | 6 |
| | 4. Конструкції антен. | 7 | 1 | - | 6 |
| | <i>Разом змістовний модуль 7</i> | 30 | 4 | 2 | 24 |
| Модуль 8. Спеціальні питання конструювання РЕА. | | | | | |
| № 8 | 1. Вплив вимог ергономіки та естетики на ефективність та якість РЕА. | 7 | 1 | - | 6 |
| | 2. Основи композиції. | 7 | 1 | - | 6 |
| | 3. Особливості конструкцій РЕА на мікросхемах. | 7 | 1 | - | 6 |
| | 4. Особливості конструкцій РЕА медичного призначення | 9 | 1 | 2 | 6 |
| | <i>Разом змістовний модуль 8</i> | 30 | 4 | 2 | 24 |
| РАЗОМ | | 240 | 32 | 16 | 192 |

| | |
|------|---|
| ЖДТУ | Міністерство освіти і науки України Житомирський державний технологічний університет |
|------|---|

5. Теми лабораторних занять

| № | Назва теми | Кількість годин |
|-------|--|-----------------|
| 1. | Компонування блоків електронної апаратури | 4 |
| 2. | Розробка друкованої плати | 4 |
| 3. | Оцінка паразитних параметрів друкованих плат | 4 |
| 4. | Дослідження ефективності екранування | 4 |
| РАЗОМ | | 16 |

6. Завдання для самостійної роботи

| № | Назва теми | Кількість годин |
|---|--|-----------------|
| 1 | Основні терміни та визначення (деталь, одиниця збірки, комплекс, комплект, радіоелектронний засіб, радіоелектронна апаратура, аналогові пристрої, цифрові пристрої, мікроелектроніка, елемент, компонент, конструкція, конструкторська ієрархія, конструкторська складність, конструкційна система, процес конструювання, компонування, мініатюризація, мікромініатюризація, і т.д.) | 6 |
| 2 | Класифікація РЕА (по функціональному призначенню системи; по функціональному призначенню окремих пристроїв; по частотному діапазону сигналів; по конструктивній складності; по типу виробництва; по кліматичному виконанню; по рівню енергоспоживання і т.д.) | 5 |
| 3 | Показники якості РЕА (система показників якості; абсолютні та відносні показники; вектор якості; технологічність конструкції; надійність конструкції; щільність теплового потоку; питома теплова потужність; коефіцієнти зменшення маси, об'єму та енергоспоживання) | 5 |
| 4 | Еволюція РЕА (покоління РЕА; еволюція конструкцій РЕА) | 5 |
| 5 | Організація процесу конструювання РЕА (роль замовника; технічні вимоги; науково-дослідні роботи (НДР) та дослідно-конструкторські роботи (ДКР); алгоритмічна та евристична праця; технічна документація: технічне завдання, технічна пропозиція, ескізний проект, технічний проект, робоча документація; ЄСКД: склад та вимоги до конструкторської документації; взаємодія конструкторів та технологів РЕА) | 6 |
| 6 | Системний підхід при конструюванні РЕА (ієрархічний принцип конструювання РЕА; конструкція РЕА як [складна] система; узагальнена системна модель конструкції РЕА; пошук оптимального варіанта: мінімаксні критерії, глобальні та локальні екстремуми, задачі оптимізації; методи проектування та пошуку рішень: евристичні методи, методи моделювання, логіко-розрахункові методи (інтерполяції та екстраполяції); генерація нових варіантів рішень: діаграма ідей, матриця ідей, метод асоціацій, метод інверсії, метод мозкового штурму, метод сінектики; використання САПР при проектуванні РЕА) | 6 |
| 7 | Стандартизація конструкцій РЕА (завдання стандартизації; форми стандартизації; способи реалізації стандартів; категорії та види стандартів) | 5 |

| | |
|------|---|
| ЖДТУ | Міністерство освіти і науки України Житомирський державний технологічний університет |
|------|---|

| | | |
|----|--|---|
| 8 | Конструкційні системи РЕА (несучі конструкції; корпуси; використання безкорпусних елементів; ремонтпридатність РЕА) | 5 |
| 9 | Техніко-економічний аналіз конструкторської розробки (виробнича, експлуатаційна та ремонтна технологічність; конструкторські показники технологічності; технологічні показники технологічності; комплексний показник технологічності; методи забезпечення технологічності: типізація, уніфікація, метод параметричних рядів) | 6 |
| 10 | Вплив електричних з'єднань на параметри конструкцій РЕА (визначення та роль електричних з'єднань; класифікація електричних з'єднань; особливості виконання електричних з'єднань різних видів) | 5 |
| 11 | Електричні з'єднання на основі друкованого монтажу (навісний та SMT-монтаж; матеріали для виготовлення друкованих плат; параметри друкованих плат; класи точності друкованих плат; методи виготовлення друкованих плат: субтрактивні (хімічний негативний, комбінований позитивний, механічний), адитивні та напівадитивні, методи пошарового нарощування; наскрізні металізовані отвори) | 6 |
| 12 | Конструкції міжконтактних з'єднань з об'ємного дроту (класифікація та область застосування монтажних дротів; кабелі; автоматизовані методи електромонтажу) | 5 |
| 13 | Конструкції контактних з'єднань (основні види контактних з'єднань: нероз'ємні, обмежено-роз'ємні, роз'ємні; еластомірні з'єднання; перехідний опір; вимоги до контактних з'єднань; конструкція міжплатних та міжблочних електричних з'єднань) | 5 |
| 14 | Електромагнітна сумісність цифрових вузлів (вплив внутрішніх та зовнішніх завад на проходження та приймання цифрового сигналу; електрично довгі та короткі лінії зв'язку; хвильовий опір; методи зменшення завад в цифрових вузлах: схемотехнічні, конструкторські, технологічні) | 6 |
| 15 | Електромагнітна сумісність аналогових вузлів (вплив внутрішніх та зовнішніх завад на проходження та приймання аналогового сигналу; методи зменшення рівня завад: системохехнічні, схемотехнічні, конструкторські, технологічні; електромагнітна сумісність підсилювальних схем; заземлення та фільтри розв'язки) | 5 |
| 16 | Екранування (електростатичне екранування; магнітостатичне екранування; електромагнітне екранування; конструкція екранів; оцінка ефективності екранування; екрановані дроти і кабелі) | 5 |
| 17 | Паразитні параметри друкованих плат (паразитна ємність; паразитна індуктивність; вплив паразитних параметрів на проходження сигналу; оцінка паразитних параметрів; шляхи зменшення паразитних параметрів; конструкторський аналіз електричної схеми РЕЗ) | 5 |
| 18 | Вплив теплового режиму на ефективність та якість конструкцій РЕА (поняття теплового режиму; класифікація теплових режимів; поступові та миттєві відмови РЕА, викликані тепловими впливами; системи забезпечення теплового режиму РЕА) | 5 |
| 19 | Тепловідведення конвекцією (перенесення теплоти конвекцією; радіатори повітряного охолодження; повітряні системи забезпечення теплового режиму; водяні системи забезпечення теплового режиму) | 5 |
| 20 | Тепловідведення за допомогою теплових труб і термоелектричного ефекту (теповідведення тепловими трубами: принцип та реалізація; конструкції теплових труб; теплопровідність; тепловий опір; | 5 |

| | |
|------|---|
| ЖДТУ | Міністерство освіти і науки України Житомирський державний технологічний університет |
|------|---|

| | | |
|----|---|---|
| | тепловідведення випромінюванням; термоелектричний ефект (ефект Пельтьє); термоелектричні батареї) | |
| 21 | Розрахунок теплового режиму РЕА (технологічність конструкції системи забезпечення теплового режиму РЕА; оцінка допустимої температури перегріву; вибір системи охолодження; розрахунок повітряного охолодження конвекцією) | 5 |
| 22 | Вплив вологи на ефективність та якість конструкцій РЕА (джерела та шляхи проникнення вологи в РЕА; взаємодія вологи з матеріалами конструкцій РЕА; вплив вологи на матеріали та компоненти; поступові та миттєві відмови, обумовлені впливом вологи) | 5 |
| 23 | Способи вологозахисту РЕА (монолітні та пустотілі конструкції; захисні плівки; компаунди) | 5 |
| 24 | Пустотілі вологозахисні оболонки (час вологозахисту; нероз'ємні та роз'ємні вологозахисні оболонки; матеріали для вологозахисних оболонок; обмежено-роз'ємні вологозахисні оболонки; герметизація виводів; використання полімерних матеріалів; способи зменшення вмісту вологи всередині герметизованої РЕА) | 5 |
| 25 | Оцінка ступеня герметичності РЕА (методи вимірювання герметичності; допустимий витік з гермокорпусу; забезпечення електричної міцності РЕА при герметизації; технологічність конструкції вологозахисту) | 5 |
| 26 | Види, джерела і характеристики механічних впливів (статичні навантаження; вібрація; удар; лінійні прискорення; вплив механічних впливів на параметри РЕА; методи захисту РЕА від механічних впливів) | 5 |
| 27 | Захист РЕА від механічних впливів за допомогою віброізоляції (резонансна частота конструкцій; класифікація систем віброізоляції; вібростійкість; коефіцієнт віброізоляції (динамічності); амортизатори; вібропоглинаючі матеріали; проектування системи віброізоляції; технологічність конструкцій з віброізоляцією) | 5 |
| 28 | Забезпечення міцності та жорсткості конструкцій РЕА (модель удару; параметри міцності конструкції РЕА; ребра жорсткості; технологічність конструкції при забезпечення міцності) | 5 |
| 29 | Механічні з'єднання модулів РЕА (роз'ємні та нероз'ємні механічні з'єднання; система допусків та посадок; автоматизація виконання механічних з'єднань) | 5 |
| 30 | Функціональні особливості РЕА НВЧ-діапазону (піддіапазони НВЧ; системи радіозв'язку; особливості конструкцій НВЧ-модулів) | 5 |
| 31 | Конструкції пасивних і напівпровідникових елементів НВЧ-техніки (виконання пасивних структур НВЧ; мікросмужкові лінії; топологія основних пасивних НВЧ-елементів; підложки; напівпровідникові НВЧ-елементи) | 5 |
| 32 | Конструкції функціональних вузлів, модулів та блоків НВЧ-техніки (перехідні пристрої; особливості компонування елементів в НВЧ-вузлах і блоках; механічні кріплення НВЧ-мікробірок) | 5 |
| 33 | Конструкції антен (принцип дії та основні характеристики антен; типи антен; живлення антен) | 5 |
| 34 | Вплив вимог ергономіки та естетики на ефективність і якість РЕА (системи людина-машина; розподіл функцій людини і машини; характеристики людини-оператора (гігієнічні, антропометричні, психофізіологічні)) | 5 |

| | |
|------|---|
| ЖДТУ | Міністерство освіти і науки України Житомирський державний технологічний університет |
|------|---|

| | | |
|--------------|--|------------|
| 35 | Основи композиції (алгоритм художнього конструювання РЕА; категорії композиції; засоби композиції; ергономічний аналіз; конструювання професійної РЕА) | 5 |
| 36 | Особливості конструкцій РЕА на мікросхемах (особливості конструкцій РЕА на аналогових мікросхемах; живлення операційних підсилювачів; особливості конструкцій РЕА на цифрових мікросхемах; застосування ліній затримки; заземлення) | 5 |
| 37 | Особливості конструкцій РЕА медичного призначення (нормативи та стандарти електробезпеки; електричне оточення пацієнта; система ізольованого живлення; ризики мікрошоку та макрошоку; захисне заземлення; методи гальванічної розв'язки; ізольовані та автономні системи електроживлення; аналізатори електробезпеки; перевірка електроапаратури; шуми підсилювачів біопотенціалів) | 6 |
| РАЗОМ | | 192 |

7. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання не передбачені програмою дисципліни

8. Методи контролю

Кредитна модульна робота проводиться у вигляді письмової аудиторної роботи. До складу роботи входять теоретичні і практичні завдання у тестовій формі

9. Схема нарахування балів

Рекомендована шкала меж позитивних оцінок

| Модулі та їх елементи | Форма контролю | Максимальна кількість балів |
|---|-------------------------------|-----------------------------|
| Змістовий модуль 1. «Загальні принципи конструювання радіоелектронної апаратури» | | |
| Лекції 1-2 по темам 1-4 Лабораторна робота 1 | Модульна контрольна робота №1 | 15 |
| Разом за змістовий модуль 1 | | 15 |
| Змістовий модуль 2. «Електричні з'єднання в РЕА» | | |
| Лекції 3-4 по темам 5-8 Лабораторна робота 2 | Модульна контрольна робота №2 | 15 |
| Разом за змістовий модуль 2 | | 15 |
| Змістовий модуль 3. «Електромагнітна сумісність РЕА» | | |
| Лекції 5-6 по темам 9-12 Лабораторна робота 3 | Модульна контрольна робота №3 | 15 |
| Разом за змістовий модуль 3 | | 15 |
| Змістовий модуль 4. «Тепловий режим конструкцій РЕА» | | |
| Лекції 7-8 по темам 13-16 Лабораторна робота 4 | Модульна контрольна робота №4 | 15 |
| Разом за змістовий модуль 4 | | 15 |
| Змістовий модуль 5. «Захист конструкцій РЕА від атмосферних впливів» | | |
| Лекції 9-10 по темам 17-20 | Модульна контрольна робота №5 | 10 |
| Разом за змістовий модуль 5 | | 10 |

| | |
|------|---|
| ЖДТУ | Міністерство освіти і науки України Житомирський державний технологічний університет |
|------|---|

| | | |
|--|-------------------------------|------------|
| Змістовий модуль 6. «Захист РЕА від механічних впливів» | | |
| Лекції 11-12 по темам 21-24 | Модульна контрольна робота №6 | 10 |
| Разом за змістовий модуль 6 | | 10 |
| Змістовий модуль 7. «Особливості конструкції РЕА НВЧ-діапазону» | | |
| Лекції 13-14 по темам 25-28 | Модульна контрольна робота №7 | 10 |
| Разом за змістовий модуль 7 | | 10 |
| Змістовий модуль 8. «Спеціальні питання конструювання РЕА» | | |
| Лекції 15-16 по темам 29-32 | Модульна контрольна робота №8 | 10 |
| Разом за змістовий модуль 8 | | 10 |
| Іспит | | 100 |
| Оцінка по дисципліні | | 100 |

Шкала оцінювання: національна та ECTS

| Сума балів за всі види навчальної діяльності | Оцінка ECTS | Оцінка за національною шкалою | |
|--|-------------|--|---|
| | | для екзамену, курсового проекту (роботи), практики | для заліку |
| 90-100 | A | відмінно | зараховано |
| 82-89 | B | добре | |
| 74-81 | C | | |
| 64-73 | D | задовільно | |
| 60-63 | E | | |
| 35-59 | FX | незадовільно з можливістю повторного складання | не зараховано з можливістю повторного складання |
| 1-34 | F | незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни | не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни |

10. Рекомендована література

1. Ненашев А. П. Конструирование радиоэлектронных средств / Учебник для радиотехнических специальностей вузов // М.: Высшая школа, 1990. – 432 с., ил.
2. Гелль П. П., Иванов-Есипович Н. К. Конструирование и микроминиатюризация радиоэлектронной аппаратуры / Учебник для вузов // Л.: Энергоатомиздат, 1984. – 536 с., ил.
3. Гелль П. П., Иванов-Есипович Н. К. Конструирование радиоэлектронной аппаратуры // Л.: Энергия, 1972. – 232 с., ил.
4. Варламов Р. Г., Замятин В. Я., Капчинский Л. М., и др. Справочная книга радиолюбителя-конструктора. Книга 2. // Изд. «Массовая радиобиблиотека», вып. 1196, 1992. – 336 с., ил.
5. Ильин В. А. Технология изготовления печатных плат // Л.: Машиностроение, 1984. – 77 с.
6. Николаенко М. Н. Секреты радиолюбителя-конструктора // М.: НТ-Пресс, 2006. – 320 с., ил.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. <http://www.studfiles.ru/dir/cat39/subj1381/file15398/view155020/page4.html>
2. http://library.krasu.ru/ft/ft/ umkd/25/u_lectures.pdf
3. <http://k502.xai.edu.ua/lib/u-pos/ebp.pdf>
4. <http://library.distudy.ru/books/rychina/content.htm>