

106

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра Аерокосмічних радіоелектронних систем (№ 501)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова НМК 2
 Дмитро КРИЦЬКИЙ
(підпис) (ім'я та прізвище)

«29» серпня 2025 р.

**СИЛАБУС ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ОСНОВИ КОНСТРУЮВАННЯ РАДІОЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 17 "Електроніка та телекомунікації"
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 172 "Телекомунікації та радіотехніка"
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси
(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Силабус введено в дію з 01.09.2025

Харків – 2025 р.

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


(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри
аерокосмічних радіоелектронних систем (№ 501)

(назва кафедри)

Протокол № 1 від «29» серпня 2025 р.

Завідувач кафедри к.т.н., доцент
(науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Сергій ОЛІЙНИК
(ім'я та прізвище)

Кафедра Аерокосмічних радіоелектронних систем
(назва кафедри)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

Студентка 536 гр. _____
(підпис)

Дар'я Гур'єва
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Олійник Вячеслав Миколайович

Посада: доцент

Науковий ступінь: кандидат технічних наук

Вчене звання: доцент

Перелік дисциплін, які викладає: Діагностичні і терапевтичні апарати та системи. Електроніка та схемотехніка. Проєктування засобів та технологій біомедичної інженерії

Напрями наукових досліджень: Електроакустичні перетворювачі. Автономне живлення електронної апаратури

Контактна інформація: тел. +380-97-601-1675,
e-mail: v.oliynyk@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна
Семестр	6
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов'язкова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	1 семестр <i>денна</i> : 3,0 кредити ЄКТС / 90 годин (40 аудиторних, з яких: лекції – 24, практичні – 16; СРЗ – 50)
Види навчальної діяльності	Лекції, практичні заняття, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – залік
Пререквізити	«Фізика», «Математика», «Комп'ютерна графіка радіоінженерії», «Елементна база радіоелектроніки»
Кореквізити	«Програмні засоби автоматизації проектування радіоелектронних пристроїв»
Постреквізити	«Дипломна робота (проект) бакалавра»

3. Мета та завдання навчальної дисципліни, переліки компетентностей та очікуваних результатів навчання

Мета навчання: дати базові знання з принципів проектування і методології конструювання радіоелектронних пристроїв, систем та комплексів та надання практичних навиків з використання теоретичних основ розробки сучасних телекомунікаційних радіотехнічних пристроїв, їх конструктивної реалізації та технології виробництва.

Завдання: формування у студентів розуміння основних принципів проектування радіоелектронних засобів, конструювання та технології виробництва, придбання знань та навичок для здійснення задач побудови телекомунікаційних радіоелектронних пристроїв, систем та комплексів для досягнення найкращих показників якості.

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність (ІК):

– здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі і проблеми під час професійної діяльності у галузі електроніки та телекомунікацій, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій і методів телекомунікацій та радіотехніки для проведення досліджень та/або розроблення інновацій та характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності (ЗК):

- здатність застосовувати теоретичні знання навчальної дисципліни у практичних ситуаціях (ЗК1);
- знання та розуміння предметної області навчальної дисципліни та розуміння професійної діяльності (ЗК2);
- здатність генерувати нові ідеї (ЗК7);
- здатність приймати обґрунтовані рішення (ЗК8).

Спеціальні компетентності (ФК):

- здатність застосовувати відповідні математичні методи, комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення завдань в сфері радіотехніки та телекомунікації (ФК1);
- розуміння наукових фактів, теорій, концепцій, принципів та методів, необхідних для вирішення професійних задач з радіотехніки та телекомунікацій (ФК2);
- здатність вивчати та застосовувати нові методи та інструменти аналізу, моделювання та проектування телекомунікаційних радіоелектронних

пристроїв (ФК3);

- здатність вирішувати стандартні завдання професійної діяльності на основі інформаційної та бібліографічної культури із застосуванням інформаційно-телекомунікаційних технологій із урахуванням основних вимог інформаційної безпеки (ФК8).

Програмні результати навчання (ПРН)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

- застосовувати знання основ математики, фізики, електроніки, інформатики на рівні, необхідному для вирішення задач радіоінженерії (ПРН1);
- застосовувати положення нормативно-технічних документів, що регламентують порядок впровадження інформаційних і телекомунікаційних технологій (ПРН4);
- вміти використовувати математичне і програмне забезпечення для обробки даних та комп'ютерного аналізу інформаційних і телекомунікаційних систем (ПРН5);
- вміти аналізувати рівень відповідності сучасним світовим стандартам для інформаційних і телекомунікаційних технологій (ПРН14);
- вміти використовувати системи автоматизованого проектування для розробки документації апаратної частини радіоелектронних пристроїв, систем літальних апаратів і наземних комплексів (ПРН17).

4. Зміст навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1. Загальні особливості проектування РЕА, етапи виконання. Технічна документація. Класифікація РЕА та умови експлуатації, вплив зовнішніх факторів.

Тема 1. Вступ до дисципліни. Особливості процесу конструювання РЕА. Конструкторська документація радіоінженера.

Лекційні заняття.

Процес проектування електронної техніки. Етапи проектування. Ієрархічна структура процесу проектування. Еволюція конструкторських рішень. Методи конструювання. Технічне завдання на розробку. Технічна пропозиція. Проекти: ескізний, технічний, робочий. Пояснювальна записка. Конструкторська документація, її різновиди. Особливості графічної документації. Стандарти. Креслення. Формати. Види та проекції. Розміри, допуски, шорсткості поверхонь. Правила компоновки креслення. Технічні вимоги. Децимальні номери та формування основного надпису креслення.

Схеми. Види схем, позначення. Компоненти схем, умовні графічні відображення та стандарти.

Практичні заняття.

Вивчення характеру процесу проектування електронної техніки та оформлення графічної документації. Виконання машинобудівельних креслень, елементів схемних документів. Розгляд стандартів.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

Тема 2. Особливості конструкцій РЕА. Класифікація апаратури, зовнішні впливи

Лекційні заняття.

Покоління РЕА. Ступені інтеграції елементної бази. Різновиди класифікації. Професійні і побутові РЕА. Апарати що обслуговується і не обслуговується. Класифікація по призначенню, тактиці використання й об'єкту установки. Особливості застосування і розташування бортової РЕА. Наземна РЕА. Особливості конструкції стаціонарної апаратури, апаратури що возиться та носить. Фактори, що впливають на електронне устаткування. Корозія, механізми корозії. Ряд електрохімічних потенціалів. Захист від корозії. Вплив температури, вологості, механічних дій, грибкових утворень, пилу, іонізуючого випромінювання на конструкцію електронної апаратури та захист РЕА від них..

Практичні заняття.

Вивчення умов експлуатації електронної техніки, характеру впливів зовнішнього середовища, обрання засобів захисту від них.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

Тема 3. Несучі конструкції РЕА. Універсальні типові конструкції та засоби захисту від ударів, вібрацій та шкідливих прискорень.

Лекційні заняття.

Систематизація несучих конструкцій РЕА. Вимоги до конструкцій. Розмірно – параметричні ряди конструкцій. Універсальні типові конструкції модулів, вузлів, блоків та пристроїв РЕА, особливості виконання таких конструкцій. Поняття механічної міцності, параметри. Вибір конструктивних матеріалів. Вібрації та удари, резонанси. Захист від механічних впливів. Корпуси, амортизатори, поглиначі механічної енергії, компенсатори.

Практичні заняття.

Вивчення характеристик та особливостей побудови типових конструкцій модулів, вузлів, блоків та пристроїв РЕА. Аналіз умов експлуатації РЕА, характеру впливів зовнішнього середовища та обрання засобів захисту від них.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

Тема 4. Електромагнітна сумісність РЕА. Екранування провідників. Кабелі. Заземлення.

Лекційні заняття.

Електромагнітна сумісність РЕА. Різновиди паразитного зв'язку. Загальна характеристика електромагнітного зв'язку. Паразитний ємнісний зв'язок. Паразитний зв'язок крізь електромагнітне поле і загальний опір. Джерела та приймачі наведення завад. Екранування провідників. Кабелі. Заземлення. Захисне заземлення. Сигнальні землі. Застосування трансформаторів, оптронів і диференціальних підсилювачів для розриву контуру заземлення. Принципи екранування постійного магнітного та високочастотного поля. Одночасне екранування електричних і магнітних полів. Оцінки ефективності екранування. Розв'язання ланцюгів і фільтрація завад у проводах. Монтаж фільтруючих осередків. Захист контактів.

Практичні заняття.

Вивчення особливостей побудови конструкцій модулів, вузлів, блоків та пристроїв РЕА при забезпеченні захисту від паразитних завад постійного магнітного та електричного полів. Конструювання корпусів та екранів.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

Модульний контроль 1.

Самостійна робота: підготовка до модульної контрольної роботи.

Змістовий модуль 2. Основи теплового проектування РЕА. Особливості конструювання друкованих вузлів.

Тема 5. Основні закони теплообміну в конструкціях РЕА.

Лекційні заняття.

Кондуктивний теплообмін. Закон Фур'є. Поняття теплових опорів. Теплообмін випромінюванням. Основні закони: закони Планка, Віна, Стефана–Больцмана, Ламберта. Тепловий потік випромінювальної енергії. Практичні формули та рекомендації щодо їх раціонального застосування. Приймачі теплового випромінювання, болометри, пірометри. Сонячне випромінювання, екранування сонячного потоку. Багатошарові екрани. Розсіювання тепла у космосі.

Конвективний теплообмін у РЕА. Витрати середовища. Закон Ньютона–Рихмана, коефіцієнт конвективного теплообміну. Критерії Нуссельта, Грасгофа, Прандтля, Рейнольдса. Закони конвективного теплообміну для необмежених просторів та замкнених конструкцій. Природна конвекція у РЕА герметичної конструкції. Методика аналізу теплового режиму РЕА.

Практичні заняття.

Осмислення основних законів теплопереносу. Вивчення характеру процесу теплообміну у конструкціях РЕА у необмежених просторах та замкнених об'ємах. Методика аналізу теплового режиму РЕА.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

Тема 6. Техніка охолодження РЕА. Примусове охолодження компонентів та вузлів РЕА.

Лекційні заняття.

Техніка охолодження вузлів РЕА. Радіатори, технологія їх виробництва. Особливості конструкцій радіаторів, з'єднання теплонавантажених компонентів з радіатором. Термопасти. Діелектричні прошарки. Типові конструкції теплонавантажених приладів.

Примусове охолодження компонентів РЕА. Особливості конструкції. Кулери. Особливості розрахунку параметрів вентиляторів. Залежність витрат повітря від параметрів крильчатки вентилятору. Типи вентиляторів, які використовуються у професійній РЕА. Теплові трубки та їх конструкції. Комплексне використання теплових трубок з радіаторами та вентиляторами.

Практичні заняття.

Вивчення характеру процесу теплообміну в конструкціях РЕА з використанням теплових трубок, з радіаторами та вентиляторами. Методика аналізу теплового режиму РЕА з примусовим типом охолодження.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

Тема 7. Основи конструювання та технології виготовлення друкованих плат РЕА.

Лекційні заняття.

Друкований монтаж. Основні терміни, визначення, поняття: друкована плата (ДП), друкований вузол, основа друкованої плати, малюнок друкованої плати, друкований провідник, контактний майданчик, шари (ДП). Розрахунки параметрів друкованих провідників та зазорів між ними. Рекомендовані розміри ДП. САПР в конструюванні ДП. Матеріали, різновиди та типи ДП, гнучкі плати та шлейфи. Отримання заготовок ДП. Фотошаблони, їх призначення та виготовлення.

Основні етапи виготовлення ДП з роздільно-вибірковим травленням шару металу (РВТМ). Суть методу, особливості, основні операції. Основні технології, їх суть, обладнання, критерії вибору. Адитивний метод, його особливість. Підготовка поверхні друкованих плат. Цілі, способи, їх особливості. Свердління отворів, металізація отворів. Природа сенсibilізації та активації матеріалів основи ДП, хімічна металізація. Призначення, розчини, основні етапи хімічного мідніння. Електрохімічна металізація. Гальваніка в технології виробництва ДП. Матеріали та послідовність операцій. Електроліти в виробництві ДП.

Технологія нанесення захисного рельєфу та паяльної маски на ДП. Призначення, способи отримання. Технологія пресування багатошарових

ДП. Матеріали, послідовність операцій, режими. Обробка ДП по контуру. Випробування ДП: механічні, електричні, термічні.

Практичні заняття.

Вивчення основних процесів проектування та виготовлення ДП, їх етапів, особливостей конструювання плат. Вивчення етапів технології виробництва плат, характеристик обладнання.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

Тема 8. Основи технології складання та монтажу друкованих плат.

Лекційні заняття.

Монтаж компонентів на друковану плату. Підготовка та формовка виводів компонентів. Групові методи пайки: пайка заглибленням, пайка хвилею припою, інфрачервона пайка. Технологія та техніка поверхневого монтажу. Виробниче обладнання. Корпуси мікросхем та інших компонентів (матеріали, контактні майданчики, захисні маски, способи установки). Порівняння корпусів по ступеню густині компоновки, точності, надійності і економічності методів монтажу.

Оформлення складального креслення друкованого вузла. Проекції. Зображення елементів, варіанти установки. Позиційні позначення. Види розмірів, що проставляються. Технічні вимоги до складального креслення. Специфікація. Розділи специфікації: документація, складальні одиниці, деталі, стандартні вироби, інші вироби, матеріали.

Практичні заняття.

Вивчення основних процесів складання та монтажних робіт по виготовленню друкованого вузла, їх етапів, особливостей конструкцій плат. Вивчення характеристик обладнання та його можливостей.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

Модульний контроль 2.

Самостійна робота: підготовка до модульної контрольної роботи.

5. Індивідуальні завдання

Примітка – індивідуальне завдання (РГР) не передбачено навчальним планом.

6. Методи навчання

Студентоцентроване навчання. Навчання за допомогою пояснювально-ілюстративного матеріалу (лекція), практичного матеріалу (практичних занять); робота з навчально-методичною літературою (самостійне опрацювання заданих розділів). Технологія дистанційного навчання.

7. Методи контролю

Усне опитування, захист практичних робіт, модульний контроль, підсумковий контроль, залік.

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання і захист практичних робіт	0...6	4	0...24
Модульний контроль	0...26	1	0...26
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист практичних робіт	0...6	4	0...24
Модульний контроль	0...26	1	0...26
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (залік) проводиться у разі відмови здобувача освіти від балів підсумкового контролю й за наявності допуску до заліку. Під час складання семестрового іспиту/заліку здобувач освіти має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для заліку складається з трьох питань, з яких два теоретичних (з максимальною кількістю по 30 балів за кожне) та одно практичне (з максимальною кількістю балів 40). Загальна сума становить 100 балів.

Таблиця 8.2 – Шкали оцінювання: бальна і традиційна

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

Критерії оцінювання роботи здобувача освіти протягом семестру:

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі практичні роботи. Засвоїти медичну термінологію поширених діагностичних та терапевтичних засобів та класифікувати їх за групами. Вміти складати спрощені структурні схеми діагностичних та терапевтичних апаратів і систем.

Добре (75 - 89). Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі практичні роботи в обумовлений викладачем строк,

обґрунтувати свої твердження. Вміти пояснювати фізичні механізми, які лежать в основі інструментальної та апаратної реалізації діагностичних і терапевтичних технічних засобів.

Відмінно (90-100). Захистити всі практичні роботи з найвищою оцінкою. Досконально знати всі теми та вміти застосовувати їх. Повно знати основний та додатковий матеріал. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Вміти складати детальні структурні схеми діагностичних і терапевтичних апаратів і систем, оцінювати кількісні технічні характеристики основних блоків.

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять. Регуляція пропусків. Інтерактивний характер курсу передбачає обов'язкове відвідування практичних занять. Здобувачі освіти, які за певних обставин не можуть відвідувати практичні заняття регулярно, повинні протягом тижня узгодити із викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять. Окремі пропущені заняття мають бути відпрацьовані на найближчій консультації протягом тижня після їх пропуску. Відпрацювання занять здійснюється усно у формі співбесіди за питаннями, визначеними планом заняття. В окремих випадках дозволяється письмове відпрацювання пропущених занять шляхом виконання індивідуального письмового завдання.

Дотримання вимог академічної доброчесності здобувачами освіти під час вивчення навчальної дисципліни. Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/assets/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnu-dobrochesnist.pdf>). Очікується, що роботи здобувачів освіти будуть їх оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикавання джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем незалежно від масштабів плагіату чи обману.

Вирішення конфліктів. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила етичної поведінки регламентуються Кодексом етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/ua/university/normativna-baza/ustanovchi-dokumenti/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

10. Методичне забезпечення

1. Олійник В. М., Куліш С. М., Бабаков М. Ф. Основи проектування біомедичних засобів [Електронне видання] : навч. посіб. / В. М. Олійник, С. М. Куліш, М. Ф. Бабаков - Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2022. – 121 с.
2. Основи технології та конструювання біомедичних засобів [Електронний ресурс] : навч. посіб. до практ. робіт / В. М. Олійник, С. М. Куліш, В. П. Олійник, Ю. А. Волошин, О. М. Зінченко – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2023. – 157 с.

11. Рекомендована література

Основна:

1. Конструювання та технологія виробництва техніки реєстрації інформації : навч. посіб. У 3 кн. Кн. 2. Основи конструювання / Є. М. Травніков, В. С. Лазебний, Г. Г. Власюк, В. В. Пілінський, В. М. Співак, В. Б. Швайченко ; за заг. ред. В. С. Лазебного. – Київ : КАФЕДРА, 2015. – 282 с.
2. Ванін В. В., Перевертун В. В., Надкернична Т. М., Власюк Г. Г. Інженерна Графіка – К. Видавнича група ВНУ, 2009 – 400 с.
3. Невлюдов І.Ш. Основи виробництва електронних апаратів: підручник – Н-40 Харків: Компанія СМІТ, 2005, - 592 с.
4. Інженерна та комп'ютерна графіка: практикум для навчання в умовах інформаційно-освітнього середовища : навч. посіб. /Д. В. Бабенко, Н. А. Доценко, О. А. Горбенко та ін. ; за ред. Професора Д. В. Бабенка. – Миколаїв : МНАУ, 2020. – 256 с.

Допоміжна:

1. Інженерна графіка; підручник для студентів вищих закладів освіти I-II рівнів акредитації / В. С. Михайленко, В. В. Ванін, Ковальов С. М.; За ред. В. С. Михайленка. - К.: «Каравела»; Львів: «Новий Світ-2000», 2002. – 76 с.
2. Олійник В. М., Олійник В. П., Куліш С. М. Методичні рекомендації з підготовки та оформленню кваліфікаційних випускних робіт студентів для студентів усіх форм навчання зі спеціальностей 163 та 172 [Текст] : навч. посіб. / В. М. Олійник, В. П. Олійник, С. М. Куліш. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2021. – 108 с.

12. Інформаційні ресурси

1. Електронна бібліотека НАУ «ХАІ» <http://Library.khai.edu>
2. Сайт кафедри [http:// k502.khai.edu/](http://k502.khai.edu/) ; [http:// mentor.khai.edu/](http://mentor.khai.edu/)