

131

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми
 Олена ВИСОЦЬКА
(підпис) (ім'я та прізвище)

«29» серпня 2025 р.

**СИЛАБУС ОBOB'ЯЗKОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ПРОЄКТУВАННЯ ЗАСОБІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ БІОМЕДИЧНОЇ
ІНЖЕНЕРІЇ**

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: G «Інженерія, виробництво та будівництво»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: G22 «Біомедична інженерія»
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: Біомедична інформатика та радіоелектроніка
(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Силабус введено в дію з 01.09.2025

Харків – 2025 р.

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


(підпис)

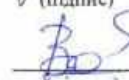
Куліш С. М., професор каф. 502, к.т.н., доцент
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

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


(підпис)

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
радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих засобів і технологій
(назва кафедри)

Протокол № 1 від «29» серпня 2025 р.

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


(підпис)

Олена ВИСОЦЬКА
(ім'я та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:


(підпис)

Ірина ДАХНО
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

1. Загальна інформація про викладачів



ПІБ: Бабаков Михайло Федорович

Посада: професор

Науковий ступінь: кандидат технічних наук

Вчене звання: доцент

Перелік дисциплін, які викладає: Проєктування засобів та технологій біомедичної інженерії, Методи експериментальних досліджень радіоелектронних біомедичних засобів, Переддипломна практика.

Напрями наукових досліджень: Надійність радіоелектронних біомедичних систем, Планування експериментальних досліджень.

Контактна інформація: тел. +380 66 982 3069,
e-mail: m.babakov@khai.edu



ПІБ: Куліш Сергій Миколайович

Посада: професор

Науковий ступінь: кандидат технічних наук

Вчене звання: доцент

Перелік дисциплін, які викладає: Сенсори та вимірювальні перетворювачі, Основи проєктування біомедичних засобів, Штучні органи та імпланти. Проєктування засобів та технологій біомедичної інженерії

Напрями наукових досліджень: Сенсори біомедичної інформації на основі нанотехнологій, Технічні засоби інформаційно-хвильової терапії,

Контактна інформація: тел. +380 67 577 1502,
e-mail: s.kulish@khai.edu



ПІБ: Олійник Володимир Петрович

Посада: професор

Науковий ступінь: кандидат технічних наук

Вчене звання: доцент

Перелік дисциплін, які викладає: Основи електроніки та схемотехніки, Біофізика та біомеханіка, Діагностичні і терапевтичні апарати та системи, Проєктування засобів та технологій біомедицинської інженерії

Напрями наукових досліджень: Бездротове живлення імплантатів, Технічні засоби інформаційно-хвильової терапії, Пристрої діагностики за методом газорозрядної візуалізації

Контактна інформація: тел. +380 97-151-3059,
e-mail: v.oliinyk@khai.edu



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 біомедицинської інженерії

Напрями наукових досліджень: Електроакустичні перетворювачі. Автономне живлення біомедицинської апаратури

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

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна
Семестр	1
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов'язкова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	<u>денна</u> : 5 кредитів ЄКТС / 150 годин (64 аудиторних, з яких: лекції – 32, практичні – 32; СРЗ – 86);
Види навчальної діяльності	Лекції, практичні заняття, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – іспит
Пререквізити	Програма фахового випробування для здобуття освітнього ступеня магістра за освітньо-професійною програмою зі спеціальності G22 Біомедична інженерія (освітня програма Біомедична інформатика та радіоелектроніка)
Кореквізити	«Методи експериментальних досліджень радіоелектронних біомедичних засобів», «Біозахист та біобезпека медичних апаратних досліджень»
Постреквізити	«Медичні інформаційні системи», «Науково-дослідна робота магістра (КР)», «Переддипломна практика», «Кваліфікаційна робота»

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

Мета – застосування новітніх наукових досягнень для проєктування, розроблення медичних технічних засобів і технологій їх проєктування, виробництва, контролю біомедичної радіоелектронної апаратури.

Завдання – формування у здобувачів вищої освіти стійких знань з проєктування, розробки, технологій виробництва та контролю характеристик біомедичної радіоелектронної апаратури.

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність:

- здатність розв'язувати складні задачі та проблеми в галузі біомедичної інформатики та радіоелектроніки, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності (ЗК):

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК1).

Спеціальні компетентності (ФК):

- здатність вирішувати комплексні проблеми біомедичної інженерії із застосовуванням методів математики, природничих та інженерних наук (ФК1);

- здатність розробляти робочу гіпотезу, планувати і ставити експерименти для перевірки гіпотези і досягнення інженерної мети за допомогою відповідних технологій, технічних засобів та інструментів (ФК2);

- здатність аналізувати складні медико-інженерні та біоінженерні проблеми та здійснювати їх формалізацію для знаходження кількісних рішень із застосуванням сучасних математичних методів та інформаційних технологій (ФК3);

- здатність створювати і вдосконалювати засоби, методи та технології біомедичної інженерії для дослідження і розробки біоінженерних об'єктів та систем медикотехнічного призначення (ФК4);

- здатність розробляти технічні завдання на створення, а також, проєктувати і конструювати складні біоінженерні та медико-інженерні системи і технології (ФК5);

- здатність досліджувати біологічні та технічні аспекти функціонування та взаємодії штучних біологічних і біотехнічних систем (ФК6);

- здатність застосовувати знання методів та засобів отримання, обробки, інтерпретації та аналізу біомедичних даних, створювати складні медичні інформаційні системи та біомедичні радіоелектронні засоби (ФК8).

Програмні результати навчання (ПРН)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

- проектувати, конструювати вдосконалювати та застосовувати медикотехнічні та біоінженерні вироби, прилади, апарати і системи з дотриманням технічних вимог, а також супроводжувати їх експлуатацію. (ПРН1);
- аналізувати і вирішувати складні медико-інженерні та біоінженерні проблеми із застосуванням математичних методів та інформаційних технологій. (ПРН2);
- створювати і вдосконалювати засоби біомедичної інженерії для всебічного дослідження і розробки біоінженерних об'єктів та систем медико-технічного призначення. (ПРН3);
- розробляти, планувати, виконувати та обґрунтовувати інноваційні проекти біоінженерних об'єктів та систем медико-технічного призначення з урахуванням інженерних та медичних аспектів. (ПРН4) ;
- оцінювати біологічні і технічні аспекти та наслідки взаємодії інженерно-технічних і біоінженерних об'єктів з біологічними системами, передбачувати їх взаємний вплив. (ПРН5);
- обробляти, інтерпретувати та аналізувати біомедичні дані, створювати та удосконалювати складні медичні інформаційні системи та біомедичні радіоелектронні засоби. (ПРН8).

4. Зміст навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовий модуль 1. Проєктування радіоелектронних засобів біомедичної інженерії.

Тема 1. Базові засади проєктування та конструювання складних радіоелектронних засобів біомедичної інженерії.

Лекційні заняття.

Узагальнений аналіз властивостей, особливостей і характеристик складних радіоелектронних біомедичних засобів як об'єктів проєктування. Розроблення і ставлення на виробництво медичних виробів. Медико-технічні вимоги до медичних виробів. Базова класифікація медичних виробів.

Характеристика процесу проєктування. Еволюція конструкторських рішень. Методи конструювання складних радіоелектронних біомедичних засобів. Система стандартизації у техніці. Загальна характеристика проектної та конструкторської документації.

Програма забезпечення надійності складних біомедичних засобів при проєктуванні.

Практичні заняття.

Аналіз вихідних медико-технічних вимог на проєктування БМЗ.

Вивчення програми забезпечення надійності БМЗ при проєктуванні.

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

Тема 2. Структура і схемотехніка радіоелектронної медичної апаратури.

Лекційні заняття.

Загальна структура засобів біомедичної електроніки. Специфіка проєктування діагностичних медичних засобів. Терапевтична електронна апаратура. Поширені зразки радіоелектронних біомедичних засобів серійного виробництва. Елементна база для проєктування складних радіоелектронних біомедичних засобів. Особливості розроблення медичної радіоелектронної апаратури для аерокосмічної галузі. Особливості розроблення апаратів та систем заміщення втрачених органів і функцій людини. Оцінювання біологічних і технічних аспектів та наслідків взаємодії інженерно-технічних і біоінженерних об'єктів з біологічними системами, їх взаємний вплив.

Практичні заняття.

Особливості використання мережевих джерел живлення при конструюванні і проєктуванні біомедичних радіоелектронних засобів.

Моделювання впливу синфазних завад на інформаційний сигнал підсилювачів електричних біопотенціалів.

Аналіз вибору робочих частот при проєктуванні електроімпедансних реографів та вимоги до генераторів тестувальних струмів.

Вимоги показників взаємодії інженерно-технічних і біоінженерних об'єктів з біологічними системами на прикладі апарата «Штучне серце».

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

Модульний контроль 1.

Самостійна робота: підготовка до модульної контрольної роботи.

Змістовний модуль 2. Конструювання і технології виробництва технічних засобів біомедичної інженерії

Тема 1. Експлуатаційні параметри.

Лекційні заняття.

Умови експлуатації складних радіоелектронних біомедичних засобів. Маркування кліматичного виготовлення та категорії розміщення електрообладнання. Забезпечення тепло- і холодостійкості складної біомедичної радіоелектронної апаратури. Захист складної біомедичної апаратури від шкідливих впливів навколишнього середовища. Захист від впливу вібрацій та ударних навантажень.

Практичні заняття.

Визначення експлуатаційних вимог для радіоелектронних медичних засобів.

Дослідження заходів по забезпеченню теплового режиму конструкцій при проектуванні радіоелектронних БМЗ.

Дослідження заходів по забезпеченню механічної міцності конструкцій при проектуванні радіоелектронних БМЗ.

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

Тема 2. Електромагнітна сумісність та завадостійкість радіоелектронних засобів біомедичної інженерії.

Лекційні заняття.

Захист конструкції від впливу завад. Захист від завад ліній зв'язку та мережі живлення. Захист сигнальних ліній від завад. Запобігання завадам у системі електроживлення. Проектування вузлів на друкованих платах з урахуванням вимог електромагнітної сумісності. Характеристики монтажних проводів та коаксіальних кабелів.

Практичні заняття.

Визначення умов електромагнітної сумісності при проектуванні засобів ЕКГ і ЕЕГ-діагностики.

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

Тема 3. Методи моделювання, оптимізації технологічних процесів у виробництві радіоелектронних медичних засобів.

Лекційні заняття.

Поняття про моделі складних процесів. Математичні моделі технологічних процесів. Методи оптимізації. Дисперсійний і регресійний аналіз технологічних процесів. Планування екстремальних експериментів. Виявлення найбільш суттєвих технологічних факторів

Практичні заняття.

Дослідження станів формування біотехнічних систем. Розрахунок ефективності технічної організації виробничого процесу при створенні радіоелектронних БМЗ.

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

Тема 4. Технологія виробництва радіоелектронних медичних засобів як складна система.

Лекційні заняття.

Загальна характеристика, Структура й особливості організації технологічних систем. Оцінка надійності функціонування технологічних систем за параметрами продуктивності. Надійність технологічних систем за параметрами якості. Оцінка надійності технологічних систем за параметрами точності.

Практичні заняття.

Розрахункові аспекти наукової організації праці. Розрахунок показників радіоелектронних біомедичних приладів як об'єктів виробництва.

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

Тема 5. Фізико хімічні та організаційні технології складально-монтажних робіт, регулювальних і контрольно-випробувальних процесів під час виробництва складних радіоелектронних медичних засобів.

Лекційні заняття.

Організаційні основи складання. Механічне складання. Складально-монтажні роботи. Особливості побудови і дослідження просторово-часової структури складання і монтажу радіоелектронних засобів. Умови, що визначають необхідність введення в електричну схему (конструкцію) регулювальних елементів, автоматизація регулювання. Процеси регулювання і настроювання радіоелектронних засобів. Технічний контроль та випробування при виробництві радіоелектронних засобів.

Практичні заняття.

Розрахунок показників технологічності біомедичних електронних засобів.

Розрахунок показників якості складальних процесів для роботизованих технічних комплексів. Вивчення впливу конструкторсько –технологічних чинників на якісні показники біомедичних засобів.

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

Тема 6. Автоматизація і механізація технологічних процесів виробництва радіоелектронних засобів підвищеної складності

Лекційні заняття.

Поняття і визначення. Стратегія автоматизації виробництва. Базові передумови автоматизації. Тенденції розвитку засобів автоматизації серійного і масового виробництва.

Практичні заняття.

Розрахунок показників обладнання та засобів автоматизації сучасних виробництв біомедичних засобів. Розрахунок показників надійності технічних систем біомедичного призначення за параметрами якості.

Розрахунок точності позиціонування складального промислового робота. Дослідження варіантів складання електронного блоку біомедичних засобів у відповідності з нормами часу і визначення способу організації процесу складання.

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 - індивідуальні завдання не передбачені навчальним планом.

6. Методи навчання

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

7. Методи контролю

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

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...4	5	0...20
Модульний контроль	0...22	1	0...22
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист практичних робіт	0...4	9	0...36
Модульний контроль	0...22	1	0...22
Усього за семестр			0...100

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

Білет для іспиту складається з трьох питань, з яких два теоретичних (з максимальною кількістю балів 30, 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
90 – 100	Відмінно
75 – 89	Добре
60 – 74	Задовільно
0 – 59	Незадовільно

Критерії оцінювання роботи здобувача освіти протягом семестру

Задовільно (60-74). Виставляється, якщо здобувач відпрацював та захистив всі практичні заняття, засвоїв основні поняттями навчального матеріалу, може самостійно відтворити значну частину навчального матеріалу і робити певні узагальнення, ознайомився з основною літературою, рекомендованою програмою, вміє виконувати навчальні завдання, передбачені програмою.

Добре (75-89). Виставляється, якщо здобувач відпрацював та захистив всі практичні заняття, вільно володіє навчальним матеріалом, вміє

застосовувати вивчений матеріал у стандартних ситуаціях, узагальнювати та систематизувати навчальну інформацію, самостійно виконує передбачені програмою навчальні знання, самостійно знаходить і виправляє допущені помилки, може аргументовано обрати раціональний спосіб виконання навчального завдання.

Відмінно (90-100). Виставляється, якщо здобувач відпрацював та захистив всі практичні заняття, його знання, вміння і навички повністю відповідають вимогам програми, володіє глибокими, міцними знаннями, самостійно визначає проміжні цілі і вміє планувати особисту навчальну діяльність, оцінювати результати власної практичної роботи, вміє знаходити додаткову інформацію та самостійно використовує її для реалізації поставлених перед ним навчальних цілей, судження його логічні і достатньо обґрунтовані, засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни, їх значення для подальшої професійної діяльності, вміє вільно використовувати сучасні програмні засоби для поповнення власних знань та розв'язування задач.

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

Навчальні посібники:

1. Бабаков, М. Ф. Моделі надійності радіоелектронної апаратури: навч. посібн. / М. Ф. Бабаков – Х.: Нац. аерокосм.ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2016. – 100 с.
2. Васілевський, О. М. Нормування показників надійності технічних засобів: навчальний посібник /О. М. Васілевський, О. Г. Ігнатенко. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 160 с.
3. Олійник, В. П. Апаратні методи досліджень в біології та медицині [Текст] : навч. посіб. / В. П. Олійник. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2021. – 112 с.
4. Олійник, В. П. Терапевтичні апарати і системи [Текст] : навч. посіб. / В. П. Олійник, Д. В. Теличко. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2022. – 88 с.
5. Лазебний, В.С. Електромагнітна сумісність електронних засобів: навчальний посібник / В.С. Лазебний, В.В. Пілінський, В.Б. Швайченко. Електронне мережне видання. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 343 с.
6. Конструювання і технологія радіоелектронних засобів : навч. посібник / Р. Ф. Лободзінська, О. А. Костюк, О. І. Нікольській та ін. - Вінниця: ВНТУ, 2007. – 90 с.

Електронний ресурс, на якому розміщено навчально-методичний комплекс дисципліни: <http://k502.khai.edu>; <https://mentor.khai.edu/>

11. Рекомендована література

Базова

1. Конструювання та технологія виробництва техніки реєстрації інформації: У 3-х кн. Кн. 2. Основи конструювання: Навчальний посібник / Є. М. Травніков, В. С. Лазебний, Г. Г. Власюк, В. В. Пілінський, В. М. Співак, В. Б. Швайченко. За загальною редакцією В. С. Лазебного – К.: «КАФЕДРА», 2015. – с.
2. Кулик А.Я., Нікольський О.І., Ревенок В.І. Кулик Я.А. Схемотехніка медичної електронної апаратури: Монографія / А. Я. Кулик, О. І. Нікольський, В. І. Ревенок, Я. А. Кулик. – Вінниця: ВНМУ, 2020. – 167 с.
3. Невлюдов, І. Ш. Комп'ютерно-інтегровані технології виробництва технічних засобів автоматизації. Частина 1: Підручник / І. Ш. Невлюдов. – Харків: ФОП Панов А.М., 2021., 604 с.
4. Невлюдов, І. Ш. Комп'ютерно-інтегровані технології виробництва технічних засобів автоматизації. Частина 2: Підручник / І. Ш. Невлюдов. – Кривий Ріг: видавець Чернявський Д.О., 2022 – 424 с.

Допоміжна

1. Невлюдов, І. Ш. Основи виробництва електронних апаратів: Підручник / І. Ш. Невлюдов. – Харків: Компанія СМІТ, 2005.— 592 с.
2. Мустецов Т.М. Теорія біотехнічних систем: навчальний посібник [Текст] / Т.М. Мустецов, А.С. Нечипоренко. Х.: ХНУ імені Каразіна, 2015. -188 с.
3. ДСТУ 3627:2005 «Вироби медичні. Розроблення і ставлення на виробництво.основні положення».
4. ДСТУ 4388:2005 «Вироби медичні. Класифікування залежно від потенційного ризику застосування. Загальні вимоги».
5. ГОСТ 2790-93 «Прилади, апарати та устаткування медичні. Загальні технічні умови.»
6. ДСТУ 2863-94 «Надійність техніки. Програма забезпечення надійності».
7. ДСТУ 3008:2015 «Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання».
8. ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні вимоги та правила складання».
9. Бабічева О. Ф. Автоматизоване проектування електромеханічних пристроїв, компонентів цифрових систем керування та діагностичних комплексів : навч. посібник / О. Ф. Бабічева, С. М. Єсаулов ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 355 с.
10. Основи автоматизації проектування радіоелектронної апаратури : конспект лекцій / І.Г. Прокопенко, В.С. Козлов, Е.А. Корнільєв. - К.: НАУ, 2002. – 95 с.
11. M. Szermer, A. Napieralski, C. Maj, L. STARZAK, W. Zabierowski, P. Zajac, M. Lobur, O. Matviyiv, M. Melnyk, J. Dziuban, G. De Mey, P. PONS, A. PETRENKO. MEMS fundamentals with ANSYS simulation of basics sensors and actuators: навчальний посібник – Łódź: Lodz University of Technology Press, 2020. 168 с.
12. Addington, D. M., & Schodek, D. (2005). Smart material and new technologies: for the architecture and design profession . Elsevier.
13. King PH, Fries RC, Johnson AT. Design of biomedical devices and systems. Crc Press; 2019.
14. ISO. Medical devices - Application of risk management to medical devices. Standard ISO 14971. 2019.

15. Інформаційні ресурси

1. Основи побудови біомедичних електронних систем. Конспект лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 153 «Мікро- та наносистемна техніка», освітньої програми «Електронні мікро- і наносистеми та технології» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Н.Г. Іванушкіна, К.О. Іванько, А.О. Попов, Є.С. Карплюк. – Електронні текстові данні (1 файл: 14 663 Кбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 222 с. <https://core.ac.uk › download>
2. DICOM. Digital Imaging and Communications in Medicine. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://medical.nema.org/>
3. Unified Medical Language System Fact Sheet [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nlm.nih.gov/pubs/factsheets/umls.html>
4. <https://studfile.net/preview/1902522/page:131/>