



# ВИМІРЮВАЛЬНІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ ТА ДАТЧИКИ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>163 Біомедична інженерія</i>
Освітня програма	<i>Медична інженерія</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/змішана/ дистанційна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3курс, весінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ЕКТС / 120 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, МКР</i>
Розклад занять	<i>Згідно розкладу на сайті <a href="http://rozklad.kpi.ua/">http://rozklad.kpi.ua/</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i><u>Лектор:</u> к.т.н., доцент кафедри біомедичної інженерії Дубко Андрій Григорови, <a href="http://intellect.kpi.ua/profile/dag5">intellect.kpi.ua/profile/dag5</a>; <a href="http://www.nas.gov.ua/UA/PersonalSite/Pages/default.aspx?PersonID=0000016737">http://www.nas.gov.ua/UA/PersonalSite/Pages/default.aspx?PersonID=0000016737</a> <a href="http://orcid.org/0000-0001-6070-3945">http://orcid.org/0000-0001-6070-3945</a> <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55226164600">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55226164600</a>. <u>Практичні:</u> к.т.н., доцент кафедри біомедичної інженерії Дубко Андрій Григорови, <a href="http://intellect.kpi.ua/profile/dag5">intellect.kpi.ua/profile/dag5</a>; <a href="http://www.nas.gov.ua/UA/PersonalSite/Pages/default.aspx?PersonID=0000016737">http://www.nas.gov.ua/UA/PersonalSite/Pages/default.aspx?PersonID=0000016737</a> <a href="http://orcid.org/0000-0001-6070-3945">http://orcid.org/0000-0001-6070-3945</a> <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55226164600">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55226164600</a>.</i>
Розміщення курсу	<i>Платформа «Сікорський» - курс «Вимірювальні перетворювачі та датчики»</i>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Навчальна дисципліна «Вимірювальні перетворювачі та датчики» вивчає принципи побудови вимірювальних перетворювачів та датчиків медичного призначення для розв'язання задач, пов'язаних із розробкою та технічним обслуговуванням біологічних та медичних приладів і систем.

Основною метою навчальної дисципліни «Вимірювальні перетворювачі та датчики» є формування у студентів системного уявлення про вимірювальні перетворювачі знімання медико-біологічної інформації, вивчення фізичних принципів роботи даних перетворювачів, їх конструкцій, метрологічних характеристик та особливостей застосування їх в біомедичних приладах.

Завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

- засвоєння загальних принципів використання нормативно-правових актів і

- методологічних основ метрологічних вимірювань;*
- *аналіз сучасного стану вимірювальних перетворювачів та датчиків при проведенні біомедичних вимірювань;*
  - *оволодіння знаннями щодо засобів і методів вимірювань, видів еталонів, калібрування і повірки засобів вимірювання;*
  - *оволодіння процедурою та порядком забезпечення єдності вимірювань;*
  - *оволодіння знаннями щодо методів зменшення похибок вимірювань.*
  - *оволодіння знаннями щодо завад та методів боротьби з ними.*

**Загальні компетентності** (ОП введено в дію Наказом ректора НОН/89/2021 від 19.04.2021 р.):

**ЗК 1** *Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.*

**ЗК 2** *Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.*

**ЗК 3** *Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.*

**ЗК6-** *Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.*

**ЗК 9** *Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).*

**Спеціальні (фахові) компетентності** (ОП введено в дію Наказом ректора НОН/89/2021 від 19.04.2021 р.):

**ФК2-** *Здатність забезпечувати інженерно-технічну експертизу в процесі планування, розробці, оцінці та специфікації медичного обладнання.*

**ФК 6-** *Здатність ефективно використовувати інструменти та методи для аналізу, проектування, розрахунку та випробувань при розробці біомедичних продуктів і послуг.*

**ФК13-** *Здатність забезпечувати та контролювати дотримання безпеки та біомедичної етики при роботі з медичним обладнанням.*

**Програмними результатами навчання** після вивчення дисципліни «Вимірювальні перетворювачі та датчики» є (ОП введено в дію Наказом ректора НОН/89/2021 від 19.04.2021 р.):

**ПРН 3** *Знання засобів проектування пристроїв, приладів і систем медико-біологічного призначення.*

**ПРН 4** *Знання методів проектування цифрових та мікропроцесорних систем медичного призначення.*

**ПРН 7** *Розуміння науково-технічних принципів, які покладено в основу новітніх досягнень в галузі біомедичної інженерії.*

**ПРН 18** *Використання практичних методів організації для вирішення інженерних та науково-практичних задач різних рівнів складності.*

**ПРН 24** Застосовувати знання основ математики, фізики та біофізики, біоінженерії, хімії, інженерної графіки, механіки, опору та міцності матеріалів, властивості газів і рідин, електроніки, інформатики, отримання та аналізу сигналів і зображень, автоматичного управління, системного аналізу та методів прийняття рішень на рівні, необхідному для вирішення задач біомедичної інженерії.

**ПРН 31** Розуміння теоретичних та практичних підходів до створення та керування медичним обладнанням та медичною технікою.

**ПРН 36** Аналіз сигналів, які передаються від органів на прилади, та отримання і оброблення діагностичної інформації.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Навчальна дисципліна «Вимірювальні перетворювачі та датчики» належить до циклу професійної підготовки та має міждисциплінарний характер. Вона інтегрує відповідно до свого предмету знання з інших навчальних дисциплін: Електротехніка та електроніка; Аналогова та цифрова схемотехніка. За структурно-логічною схемою програми підготовки фахівця дисципліна «Вимірювальні перетворювачі та датчики» тісно пов'язана з іншими дисциплінами за сучасними науковими дослідженнями із спеціальності, зокрема з дисциплінами: Прилади контролю фізіологічних параметрів людини; Переддипломна практика.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

Основні розділи та теми, що розглядатимуться в процесі вивчення курсу:

### **Розділ 1.** Загальні відомості із вимірювальної техніки

Тема 1.1. Роль і значення вимірювальної техніки

Тема 1.2. Основні поняття і визначення

Тема 1.3. Фізичні величини. Основи метрології та стандартизації

Тема 1.4. Види та методи вимірювань

Тема 1.5. Класифікація і характеристики засобів вимірювання

Тема 1.6. Структури засобів вимірювань

### **Розділ 2.** Класифікація похибок вимірювань та способи їх нормування, класи точності засобів вимірювання, нормовані метрологічні характеристики засобів вимірювання

Тема 2.1. Класифікація похибок вимірювань

Тема 2.2. Нормування засобів вимірювання за похибками

Тема 2.3. Класи точності засобів вимірювань

### **Розділ 3.** Еталони, міри електричних і магнітних величин

Тема 3.1. Еталони

Тема 3.2. Міри електричних величин

### **Розділ 4.** Пасивні вимірювальні перетворювачі II роду

Тема 4.1. Шунти

Тема 4.2. Подільники напруги

Тема 4.3. Вимірювальні трансформатори змінного струму

**Розділ 5. Активні вимірювальні перетворювачі II роду**

Тема 5.1. Зворотний зв'язок у підсилювачах

Тема 5.2. Підсилювачі змінного струму

Тема 5.3. Підсилювачі постійного струму

**Розділ 6. Вимірювальні перетворювачі I роду**

Тема 6.1. Параметричні вимірювальні перетворювачі

Тема 6.2. Генераторні вимірювальні перетворювачі

**Розділ 7. Аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі**

Тема 7.1. Основні поняття і визначення

Тема 7.2 Принципи аналого-цифрового перетворення

Тема 7.3. Цифро-аналогові перетворювачі

**Розділ 8. Методи зменшення похибок вимірювань**

Тема 8.1. Метод негативного зворотного зв'язку

Тема 8.2. Метод допоміжних вимірювань

Тема 8.3 Ітераційні методи

Тема 8.4 Методи зразкових мір

Тема 8.5. Тестові методи

**Розділ 9. Завади. Методи боротьби із завадами**

Тема 9.1. Види завад, оцінка завадозахищеності

Тема 9.2. Боротьба із завадами загального виду

**4. Навчальні матеріали та ресурси**

**Базова література:**

1. Закон України. Про метрологію та метрологічну діяльність. Документ 1314-VII, чинний, поточна редакція — Редакція від 01.05.2021. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1314-18>.
2. Електронні методи і засоби біомедичних вимірювань / С. К. Мещанінов, В. М. Співак, А. Т. Орлов. – К.: Кафедра, 2016. – 211 с.
3. Тарасова В.В., Малиновський А.С., Рибак М.Ф. Метрологія, стандартизація і сертифікація. Підручник /За заг.ред. В.В.Тарасової. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 264 с.
4. Кельман В.А., Кондрат О.Б., Голомб Р.М., Основи вимірювальної техніки: методичний вказівки до курсу для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 122 «Комп'ютерні науки». Рекомендовано до друку науково-методичною комісією факультету інформаційних технологій ДВНЗ «Ужгородський національний університет» (протокол № 2 від 10.01.2020 р.). – 66 с.
5. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Вимірювальні перетворювачі біофізичних величин та електроди» для студентів напряму підготовки 6.050902 – Радіоелектронні апарати. / Уклад.: Р.А. Ткачук, В.Г.Дозорський, Л.Є. Дедів. – Тернопіль: ТНТУ, 2012 – 99 с.
6. Коваль А. О. ВИМІРЮВАЛЬНІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ. Конспект лекцій. ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ - 2018 р. – 40 с.
7. Основи метрології та засоби вимірювань: навчальний посібник / Д.М.Нестерчук, С.О. Квітка, С.В. Галько. – Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2017. - 256 с.

8. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Вимірювальні перетворювачі та датчики для медико-технічних систем» для студентів спеціальності 163 - Біомедична інженерія освітня програма Біомедична інженерія / Уклад. Л.Г. Коваль, С.В. Тимчик. – Вінниця: ВНТУ, 2020. – 47 с.
9. Прилади контролю фізіологічних параметрів людини. Лабораторний практикум. Частина 1. [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка» спеціалізації «Медичні прилади і системи» а також спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані системи спеціалізації «Комп'ютерно-інтегровані медичні системи» / Н. В. Безугла, І. О. Яковенко, М. О. Безуглий ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 3,98 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 81 с.
10. Бурштинський М.В., Хай М.В., Харчишин Б.М. Давачі / М.В. Бурштинський, М.В. Хай, Харчишин Б.М. – 2-ге вид. доповн. – Львів: ТзОВ „Простір М”, 2014. – 202 с.

### Додаткова література:

1. БІОФІЗИКА І ФІЗИЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ: Навчальний посібник для студентів фармацевтичного факультету/ Е.І. Сливко, О.З. Мельнікова, О.З.Іванченко, Н.С. Біляк, О.Є. Прокопченко. - Запоріжжя, 2018.- 234 с.
2. Фізика з основами біофізики: навч. посіб. / М.Я. Рохманов, С.С. Авотін; за заг. ред. С.С. Авотіна; Харків. нац. аграр. ун-т. – Харків, 2020. – 291 с.
3. Сторчун Є.В., Матвійчук Я.М. Біофізичні та математичні основи інструментальних методів медичної діагностики: Навч. посібник. – Львів: Вид. «Растр-7», 2009, - 216 с.
4. Койфман О.О. Конспект лекцій з дисципліни «Сенсори для біомедицини» для студентів за напрямом підготовки 163 «Біомедична інженерія». ДВНЗ «Приазовський державний технічний. університет». Затверджена на засіданні кафедри «Біомедична інженерія», протокол 24.06.2019 року № 21. – 78 с.
5. Конспект лекцій з дисципліни “МІКРОЕЛЕКТРОННІ СЕНСОРИ”/ укладач Н.М.Опанасюк. – Суми : Сумський державний університет, 2013. – 102 с.
6. Біосигнали, сенсори та вимірювальні перетворювачі. Методичні вказівки до виконання циклу лабораторних робіт для студентів напряму підготовки 6.050902 „Радіоелектронні апарати” та спеціальності „Телекомунікації та радіотехніка” усіх форм навчання. – Чернігів: ЧНТУ, 2018. – 23с.
7. Косуліна Н. Г., Ляшенко Г. А., Полянова Н. В. Теоретичні основи метрології з курсу «Контрольно-вимірювальні прилади з основами метрології» для студентів заочної та денної форм навчання навчально-наукового інституту енергетики та комп'ютерних технологій. – Х.: ХНТУСГ, 2018. – 25 с.
8. Основи реєстрації та аналізу біосигналів. Навчальний посібник / О.Г. Аврунін, В.В. Семенець, В.Г. Абакумов, З.Ю. Готра, С.М. Злепко, А.В. Кіпенський, С.В. Павлов. – Харків: ХНУРЕ, 2019. – 400 с.
9. Medical Devices and Human Engineering. Edited by: Joseph D. Bronzino, Donald R. Peterson. © Taylor & Francis Group - 2015. 858 p.
10. Jacob Fraden. Handbook of Modern Sensors. Physics, Designs, and Applications. Fourth Edition. Springer Science&Business Media, - 2010. – 663 p.

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

№ з/п	Тема	Програмні результати навчання	Основні завдання	
			Контрольний захід	Термін виконання



№ з/п	Тема	Програмні результати навчання	Основні завдання	
			Контрольний захід	Термін виконання
1.	Фізичні величини. Основи метрології та стандартизації	ПРН 24 ПРН 31	Практична робота 1	1-2-й тиждень
2.	Класи точності засобів вимірювань	ПРН 18 ПРН 31	Практична робота 2	3-4-й тиждень
3.	Міри електричних величин	ПРН 4 ПРН 31	Практична робота 3	5-6-й тиждень
4.	Шунти	ПРН 24 ПРН 36	Практична робота 4	7-8-й тиждень
5.	Вимірювальні трансформатори змінного струму	ПРН 18 ПРН 4 ПРН 36	Практична робота 5	9-10-й тиждень
6.	Зворотний зв'язок у підсилювачах	ПРН 31	Практична робота 6	11-й тиждень
7.	Генераторні вимірювальні перетворювачі	ПРН 24 ПРН 31	Практична робота 7	12-13-й тиждень
8.	Модульна контрольна робота	ПРН 7	Написання МКР	14-й тиждень
9.	Домашня контрольна робота	ПРН 18	Оформлення та надсилання роботи	15-16-й тиждень

## 6. Самостійна робота студента

Одним з основних видів семестрового контролю під час опанування навчальної дисципліни «Вимірювальні перетворювачі та датчики» є виконання домашньої контрольної роботи. Домашня контрольна робота виконується згідно з вимогами, у термін, зазначений викладачем.

Основна ціль домашньої контрольної роботи – вирішення практичної задачі з використанням засвоєного на лекціях та самостійно теоретичного матеріалу, та практичних навичок, отриманих на практичних заняттях. Студент може писати домашню контрольну роботу тільки на погоджену з викладачем тему.

### Приблизна тематика домашньої контрольної роботи:

- №1 Фізичні явища і перетворення енергії, які використовують у сенсорах
- №2 Вимірювання і перетворення фізичних величин
- №3 Оптиелектронні сенсори
- №4 Тензосенсори.
- №5 Електромагнітні сенсори
- №6 Датчики температури. Терморезистори
- №7 П'єзоелектричні сенсори
- №8 Мультисенсорні електронні детектори запаху і смаку
- №9 Тенденції розвитку датчиків фізичних величин і способів вимірів в біометрії

Титульний аркуш домашньої контрольної роботи повинен мати такий зміст: назва університету; назва факультету; назва кафедри; назва спеціальності, назва освітньо-професійної програми, назва навчальної дисципліни; тема домашньої контрольної роботи; прізвище та ім'я студента, курс, номер академічної групи, рік.

За титульним аркушем слідує детальний план (зміст) домашньої контрольної роботи, в якому треба виділити вступ, розділи основного змісту (основні теми, що вивчалися), їх підрозділи (за потребою), висновок, список використаних джерел. У змісті праворуч

позначаються номери сторінок початку кожного питання. Кожен розділ починається з нової сторінки.

Загальний обсяг домашньої контрольної роботи в залежності від обраної теми може варіюватися від 25 до 40 сторінок основного тексту (за узгодженням з викладачем). Обсяг домашньої контрольної роботи визначається вмінням студента стисло і водночас вичерпно пояснити отримані результати.

Обов'язкова вимога: чітке посилання на джерела інформації. Всі цифри, факти, думки вчених, цитати, формули повинні мати посилання у вигляді [2, с. 54] (перша цифра означає номер джерела у наведеному в кінці творчої роботи списку літератури, а друга цифра – номер сторінки у цьому джерелі). Бажано використовувати таблиці, схеми, графіки, діаграми тощо. Список використаних джерел (не менше 10 джерел) оформляється згідно з діючими правилами. Якщо інформація взята з мережі Інтернет, потрібно, як і для звичайної літератури, вказати автора, назву статті, а потім навести адресу сайту в Інтернет.

Домашня контрольна робота оцінюється за критеріями: логічності плану; повноти й глибини розкриття теми; достовірності отриманих даних; відображення практичних матеріалів та результатів розрахунків; правильності формулювання заключень отриманих результатів та висновків; оформлення; обґрунтування власної думки студента з цього питання у вигляді висновку.

Граничний термін подання домашньої контрольної роботи на перевірку: 16-й тиждень навчання.

Домашня контрольна робота не перевіряється на плагіат, але повинна відповідати вимогам академічної доброчесності. У разі виявлення академічної не доброчесності, робота анулюється і не перевіряється.

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Відвідування занять

Відвідування лекційних занять не є обов'язковим. Відвідування практичних занять є бажаним, оскільки на них відбувається написання експрес-контрольних робіт / тестових завдань, а також відбувається пояснення виконання наступних практичних робіт та їх здача.

Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички.

#### Пропущені контрольні заходи

Пропущені контрольні заходи (захист практичних робіт) обов'язково відпрацьовуються на наступних заняттях за умови виконання завдання, яке заплановано на поточному занятті, або на консультаціях.

Пропущення написання модульної контрольної роботи та експрес-контрольних не відпрацьовуються.

Домашня контрольна робота, яка подається на перевірку з порушенням терміну виконання оцінюється зі зменшенням кількості вагових балів.

#### Порушення термінів виконання завдань та заохочувальні бали

Заохочувальні бали		Штрафні бали*	
Критерій	Ваговий бал	Критерій	Ваговий бал
Вдосконалення практичних робіт	1 бал (за кожну практичну роботу)	Несвоєчасне виконання та захист практичної роботи	Від -0,5 бали до -3 балів (залежить від терміну здачі)

Проходження дистанційних курсів за темами, які узгоджені з викладачем	5 балів	Несвоєчасне виконання та здача ДКР	Від -2 балів до -10 балів (залежить від терміну здачі)
Оформлення наукової роботи для участі у конкурсі студентських наукових робіт	10 балів		
Написання тез, статті, участь у міжнародних, всеукраїнських та/або інших заходах або конкурсах за тематикою навчальної дисципліни	5 балів		

\* якщо контрольний захід був пропущений з поважної причини (хвороба, яка підтверджена довідкою встановленого зразку) – штрафні бали не нараховуються.

### **Академічна доброчесність**

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

### **Норми етичної поведінки**

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

### **Процедура оскарження результатів контрольних заходів**

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами.

Студент має право оскаржити результати контрольного заходу згідно затвердженого положення Про апеляції в КПІ імені Ігоря Сікорського (затверджено наказом №НОН/128/2021 від 20.05.2021 р.) - <https://osvita.kpi.ua/index.php/node/182>

### **Інклюзивне навчання**

Навчальна дисципліна «Вимірювальні перетворювачі та датчики» може викладатися для більшості студентів з особливими освітніми потребами, окрім студентів з серйозними вадами зору, які не дозволяють виконувати завдання за допомогою персональних комп'ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів.

### **Дистанційне навчання**

Дистанційне навчання відбувається через Платформу дистанційного навчання «Сікорський».

Дистанційне навчання через проходження додаткових он-лайн курсів за певною тематикою допускається за умови погодження зі студентами. У разі, якщо невелика кількість студентів має бажання пройти он-лайн курс за певною тематикою, вивчення матеріалу за допомогою таких курсів допускається, але студенти повинні виконати всі завдання, які передбачені у навчальній дисципліні.

Список курсів пропонується викладачем після виявлення бажання студентами (оскільки банк доступних курсів поновлюється майже щомісяця).

Студент надає документ, що підтверджує проходження дистанційного курсу (у разі



проходження повного курсу) або надає виконані практичні завдання з дистанційного курсу та за умови проходження усної співбесіди з викладачем за пройденими темами може отримати оцінки за контрольні заходи, які передбачені за вивченими темами (експрес-контрольні / тестові завдання, практичні роботи).

Виконання практичних робіт, а також виконання домашньої контрольної роботи, здійснюється під час самостійної роботи студентів у дистанційному режимі (з можливістю консультування з викладачем через електронну пошту, соціальні мережі).

### Навчання іноземною мовою

Навчання англійською мовою здійснюється лише для студентів-іноземців.

За бажанням студентів, допускається вивчення матеріалу за допомогою англійських онлайн-курсів за тематикою, яка відповідає тематиці конкретних занять.

## 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

### Система оцінювання (поточний контроль):

№ з/п	Контрольний захід	%	Ваговий бал	Кіл-ть	Всього
1.	Експрес-контрольні роботи / тестові завдання	21	1,5	14	21
2.	Виконання та захист практичних робіт	21	3	7	21
3.	Модульна контрольна робота	8	8	1	8
4.	Домашня контрольна робота	10	10	1	10
5.	Залік	40	40	1	40
<b>Всього</b>					<b>100</b>

**Календарний контроль(КК)** - проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу.

Метою проведення календарного контролю є підвищення якості навчання студентів та моніторинг виконання графіка освітнього процесу студентами.

Критерій		Перший КК	Другий КК	
Термін календарних контролів		8-ий тиждень	14-ий тиждень	
Умови отримання позитивного результату з календарного контролю	Поточний рейтинг	≥ 12 балів	≥ 24 бали	
	Виконання практичних робіт	ПР №№1-4	+	+
		ПР №№5-7	-	+
	Експрес-контрольні роботи / тестові завдання	Мінімум по 4 будь-яким лекціям	+	-
		Мінімум по 10 будь-яким лекціям	-	+
	Модульна контрольна робота	Оцінена МКР	-	+
Домашня контрольна робота	Оцінена ДКР	-	-	

У разі виявлення академічної не добросовісності під час навчання – контрольний захід не зараховується.

### Семестрова атестація студентів

Обов'язкова умова допуску до заліку	Критерій
-------------------------------------	----------

1	Поточний рейтинг	$RD \geq 30$
2	Отримання позитивної оцінки за виконану домашню контрольну роботу	Більше 6 балів
3	Захищено всі практичні роботи	Більше 6 балів
4	Написання не менше 6 експрес-контрольних робіт / тестових завдань	Більше 6 балів

Результати оголошуються кожному студенту окремо у присутності на контрольному заході або в дистанційній формі (e-поштою). Також фіксуються в системі «Електронний кампус».

Обов'язкові умови допуску до заліку:

1. Активність на практичних заняттях.
2. Позитивний результат першої атестації та другої атестації.
3. Відвідування лекційних занять.

Таблиця переведення рейтингових балів до оцінок за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка за університетською шкалою
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Залік проводиться в усній формі.

## 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік запитань для підготовки до модульної контрольної роботи, а також для підготовки до заліку наведено у додатку 1.

Дистанційне навчання через проходження додаткових он-лайн курсів за певною тематикою допускається за умови погодження зі студентами. У разі, якщо невелика кількість студентів має бажання пройти он-лайн курс за певною тематикою, вивчення матеріалу за допомогою таких курсів допускається, але студенти повинні виконати всі завдання, які передбачені у навчальній дисципліні.

Список курсів пропонується викладачем після виявлення бажання студентами (оскільки банк доступних курсів поновлюється майже щомісяця).

Студент надає документ, що підтверджує проходження дистанційного курсу (у разі проходження повного курсу) або надає виконані практичні завдання з дистанційного курсу та за умови проходження усної співбесіди з викладачем за пройденими темами може отримати оцінки за контрольні заходи, які передбачені за вивченими темами (експрес-контрольні / тестові завдання, практичні роботи).

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

*Складено* доцентом кафедри біомедичної інженерії, к.т.н., Дубком Андрієм Григоровичем

*Ухвалено* кафедрою біомедичної інженерії (протокол № \_\_\_ від \_\_\_\_\_)

*Погоджено* Методичною комісією факультету біомедичної інженерії (протокол № \_\_ від \_\_\_\_\_)

**Перелік запитань для підготовки до модульної контрольної роботи,  
а також для підготовки до заліку**

1. Дайте визначення, що таке вимірювання та принцип вимірювання?
2. Дайте визначення, що таке похибка вимірювання, точність вимірювання та принцип вимірювання.
3. Дайте визначення, що таке вимірювальний експеримент, засіб вимірювання – (ЗВ), метод вимірювань. ?
4. Дайте визначення, що таке єдність вимірювань та метрологія?
5. Що відображає фізична величина? Запишіть основне рівняння вимірювання.
6. Наведіть основні фізичні величини в Міжнародній системі одиниць СІ.
7. Як зменшити втрати вимірювальної інформації?
8. Які види (типи) вимірювань ви знаєте?
9. Поясніть принципи прямих та непрямих (побочних) видів вимірювань.
10. Поясніть принципи сукупних та сумісних вимірювань.
11. Які існують методи вимірювань?
12. Поясніть метод безпосередньої оцінки результату виміру. Поясніть метод порівняння з мірою.
13. Поясніть метод заміщення вимірюваної величини. Поясніть метод співпадінь.
14. Які існують види засобів вимірювання?
15. За якими характеристиками здійснюється оцінка засобів вимірювання?
16. Наведіть структуру засобу вимірювання у загальному виді..
17. Дайте визначення абсолютної похибки вимірювань.
18. Дайте визначення відносної похибки вимірювань.
19. Які поділяються похибки вимірювань залежно від причин їх виникнення?
20. Як виникає інструментальна похибка?
21. Через що виникає методична похибка?
22. Поясніть, чим зумовлена суб'єктивна похибка.
23. Дайте визначення, що таке систематична, випадкова помилки та промах.
24. Еталони засобів вимірювання
25. Дайте визначення, що таке вимірювальний перетворювач?
26. Дайте визначення, що таке вимірювальний перетворювач II роду (масштабний вимірювальний перетворювач)?
27. Дайте визначення, що таке вимірювальний перетворювач I роду (датчик)?
28. Які існують види масштабних перетворювачів?
29. Для чого застосовують шунти?
30. Дільники напруги.
31. Вимірювальні трансформатори струму і напруги.
32. Підсилювачі.
33. Зворотний зв'язок у підсилювачах.
34. Підсилювачі змінного струму.
35. Підсилювачі постійного струму.
36. Параметричні вимірювальні перетворювачі.
37. Реостатні перетворювачі (резистивні).
38. Індуктивні перетворювачі.
39. Ємнісні перетворювачі.
40. Генераторні вимірювальні перетворювачі.
41. Індукційні перетворювачі.

42. Термоелектричні перетворювачі (термопари).
43. Як працюють пірометри?
44. Як працюють цифрові вимірювальні перетворювачі (ЦВП)?
45. Поясніть принципи аналого-цифрового перетворення.
46. Як працюють цифро-аналогові перетворювачі?