



ТЕОРІЯ БІОМЕДИЧНИХ СИГНАЛІВ
Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>12 - Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>122 "Комп'ютерні науки"</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютерні технології в біології та медицині</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна дисципліна</i>
Форма навчання	<i>очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, 3 (осінній) семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>150 годин / 5 кредитів ЄКТС (лекції – 28 год., практичні заняття – 26 год., комп'ютерні практикуми – 18 год., СРС – 78 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен, модульна контрольна робота, розрахункова робота (РР)</i>
Розклад занять	<i>Згідно розкладу на сайті http://rozklad.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доцент, доцент кафедри Електронної інженерії Попов Антон Олександрович, e-mail: popov-ee@lll.kpi.ua Практичні: к.т.н., доцент, доцент кафедри Електронної інженерії Іванько Катерина Олегівна, e-mail: ivanko-ee@lll.kpi.ua к.т.н., доцент, доцент кафедри Електронної інженерії Порєва Ганна Сергіївна, e-mail: porevanna-ee@lll.kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i>Платформа «Сікорський» - курс «Теорія біомедичних сигналів»</i>

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

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

Навчальна дисципліна «Теорія біомедичних сигналів» вивчає математичні методи аналізу біомедичних сигналів та системи їх обробки.

Основною метою навчальної дисципліни є формування цілісного уявлення про сигнали і методи їх дослідження, а також набуття знань, умінь, навичок і досвіду використання методів обробки та аналізу біосигналів у практичній діяльності.

Навчання з дисципліни здійснюється на основі студентоцентрованого підходу та стратегії взаємодії викладача та студента з метою засвоєння студентами матеріалу та розвитку у них практичних навичок.

Дисципліна сприяє формуванню у здобувачів таких **компетентностей**:

Загальні компетентності:

- ЗК 2 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях
- ЗК 11 Здатність приймати обґрунтовані рішення

Спеціальні (фахові) компетентності:

- ФК 2 Здатність до виявлення статистичних закономірностей недетермінованих

явищ, застосування методів обчислювального інтелекту, зокрема статистичної, нейромережевої та нечіткої обробки даних, методів машинного навчання та генетичного програмування тощо.

ФК 7 Здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об'єктів і систем, проводити обчислювальні експерименти з обробкою й аналізом результатів.

ФК 11 Здатність до інтелектуального аналізу даних на основі методів обчислювального інтелекту включно з великими та погано структурованими даними, їхньої оперативної обробки та візуалізації результатів аналізу в процесі розв'язування прикладних задач.

ФК 19 Здатність аналізувати масиви медико-біологічних даних та сигналів, за допомогою машинних алгоритмів, статистичних методів, а також традиційних методів секвенування ДНК та конструювання сигнальних мереж за даними ДНК-мікрочіпів.

ФК 21 Здатність проектувати елементи математичного забезпечення для обробки біомедичних даних та сигналів в інформаційних системах.

Програмними результатами навчання:

ПР 3 Використовувати знання закономірностей випадкових явищ, їх властивостей та операцій над ними, моделей випадкових процесів та сучасних програмних середовищ для розв'язування задач статистичної обробки даних і побудови прогнозних моделей.

ПР 22 Використання теорії біомедичних сигналів для розрахунку вихідних сигналів дискретних систем з використанням різницевих рівнянь та імпульсних характеристик, отримання базисів та коефіцієнтів розкладу сигналів, кореляційного аналізу сигналів, фільтрації дискретних сигналів.

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

В структурно-логічній схемі програми підготовки фахівця навчальна дисципліна “Теорія біомедичних сигналів” входить до переліку нормативних дисциплін, циклу професійної підготовки.

Пререквізити. навчальна дисципліна викладається в 3-му семестрі 2-го курсу. Основою вивчення навчальної дисципліни є базові знання, які студенти набувають при вивченні навчальних дисциплін: “Основи фізики” та “Основи біології та медицини”.

Постреквізити. Отримані під час вивчення навчальної дисципліни «Теорія біомедичних сигналів» теоретичні знання та засвоєні практичні навички використовуються надалі під час вивчення навчальної дисципліни “Обробка та аналіз біомедичних даних”.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Мета і задачі аналізу сигналів

Розділ 2. Дискретні системи

Розділ 3. Спектральний аналіз сигналів за Фур'є

Розділ 4. Спектрально-часовий та інші види аналізу сигналів

Розділ 5. Основи фільтрації неперервних та дискретних сигналів

Розділ 6. Аналіз випадкових сигналів

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Теорія сигналів [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 153 «Мікро- та наносистемна техніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: А.О. Попов. – Електронні текстові данні (1 файл: 7399 Кбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 268 с. https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/41437/3/Teoria_sygnaliv.pdf
2. 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 <https://core.ac.uk/download/pdf/249365532.pdf>

Додаткова література:

1. Теорія вейвлетів з елементами фрактального аналізу / Геранін В.О., Писаренко Л.Д., Рушицький Я.Я. : Науково-методичне видання. – Київ: ВПФ УкрІНТЕІ, 2002. – 364 с.
2. Daubechies I. The wavelet transform, time-frequency localization and signal analysis // IEEE Transactions on information theory. – 1990. – Vol. 36, № 5. – P. 961 – 1005.
3. Mallat S.G., Zhang Zh. Matching pursuits with time-frequency dictionaries. // IEEE Transactions on signal processing. – 1993. – vol. 41, № 12. – P. 3397 – 3415.
4. Chapa J.O., Rao R.M. Algorithms for designing wavelets to match a specified signal // IEEE Transactions on signal processing. – 2000. – Vol. 48, №12. – P. 3395–3406.
5. Chen S.S., Donoho D.L., Saunders M.A. Atomic decomposition by basis pursuit // SIAM Review. – 2001. – Vol. 43, №129. – P. 1–29.
6. Bronzino J. D. The biomedical engineering handbook. Boca Raton: CRC Press LLC, 2000.

НАВЧАЛЬНИЙ КОНТЕНТ

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Під час навчання з дисципліни застосовуються:

- метод проблемно-орієнтованого навчання;
- стратегія активного навчання, за якою зв'язок педагога зі студентами здійснюється за допомогою опитувань, самостійних, контрольних робіт, тестів тощо;
- особистісно-орієнтовані розвиваючі технології, засновані на активних формах і методах навчання (командна робота (team-based learning), парна робота (think-pair-share), метод мозкового штурму, тощо);
- евристичні методи (методи створення ідей, методи вирішення творчих завдань, методи активізації творчого мислення);
- методи змішаного навчання, при яких студенти можуть опанувати матеріал самостійно у власному режимі з виконанням всіх обов'язкових завдань, з використанням наявних онлайн-ресурсів за погодженням з викладачем і перезарахувати результати навчання. Зокрема, сертифікат спеціалізації Digital Signal Processing Specialization (<https://www.coursera.org/specializations/digital-signal-processing>) зараховується з відповідним перерахунком балів за університетською шкалою.

Під час навчання та для взаємодії зі студентами використовуються сучасні інформаційно-комунікаційні та мережеві технології для вирішення навчальних завдань, а також комп'ютерна техніка.

Програмні результати навчання, контрольні заходи та терміни виконання оголошуються студентам на першому занятті.

№ Розділів	Назва розділу	Основні завдання	
		Контрольний захід	Термін виконання

1.	Мета і задачі аналізу сигналів	МКР-1, Звіт з КП №1	Перша атестація
2.	Дискретні системи	МКР-1, Звіт з КП №2-3	Перша атестація
3.	Спектральний аналіз сигналів за Фур'є	МКР-1, Звіт з КП №4	Друга атестація
4.	Спектрально-часовий та інші види аналізу сигналів	МКР-2, Звіт з КП №5	Друга атестація
5.	Основи фільтрації неперервних та дискретних сигналів	МКР-2, Звіт з КП №6-7	Друга атестація
6.	Аналіз випадкових сигналів	МКР-2, Звіт з КП №8	Друга атестація

5.1. Лекційні заняття

Лекція 1. Мета і задачі аналізу сигналів (частина 1)

Основні питання, що розглядаються на лекції:

- Загальна характеристика сигналів
- Класифікація та параметри сигналів
- Аналогові, дискретні та цифрові сигнали
- Аналого-цифрове перетворення сигналів
- Цифрові послідовності
- Простори сигналів
- Лінійний простір сигналів
- Метричний простір сигналів
- Нормований простір
- Гільбертів простір (простір зі скалярним добутком)

Лекція 2. Мета і задачі аналізу сигналів (частина 2)

Основні питання, що розглядаються на лекції:

- Представлення сигналів в гільбертовому просторі
- Теорема ортогонального проектування
- Розклади зі збереженням енергії
- Види та характеристики біомедичних сигналів

Лекція 3. Дискретні системи (частина 1)

Основні питання, що розглядаються на лекції:

- Загальні відомості про системи обробки сигналів
- Лінійні дискретні системи
- Імпульсна характеристика лінійних дискретних систем
- Лінійна та кругова згортки
- Опис лінійних дискретних систем за допомогою різницевого рівнянь
- Z- перетворення

Лекція 4. Дискретні системи (частина 2)

Основні питання, що розглядаються на лекції:

- Характеристична функція лінійних дискретних систем
- Зв'язок між характеристичною функцією та різницеvim рівнянням
- Комплексна частотна характеристика лінійних дискретних систем
- Еквівалентність способів описання систем

Лекція 5. Спектральний аналіз сигналів за Фур'є (частина 1)

Основні питання, що розглядаються на лекції:

- Аналіз неперервних періодичних сигналів
- Розподіл енергії в спектрі неперервних періодичних сигналів
- Аналіз неперервних неперіодичних сигналів
- Властивості перетворення Фур'є неперервних сигналів

Лекція 6. Спектральний аналіз сигналів за Фур'є (частина 2)

Основні питання, що розглядаються на лекції:

- Розподіл енергії в спектрі неперіодичного сигналу
- Аналіз дискретних нескінченних сигналів
- Властивості перетворення Фур'є дискретних нескінченних сигналів
- Зв'язок між спектрами неперервного та дискретного сигналів

Лекція 7. Спектральний аналіз сигналів за Фур'є (частина 3)

Основні питання, що розглядаються на лекції:

- Перетворення Фур'є фінітних дискретних сигналів
- Накладання спектрів
- Вибір частоти дискретизації. Теорема Котельникова-Шеннона
- Дискретизація смугових сигналів

Лекція 8. Спектральний аналіз сигналів за Фур'є (частина 4)

Основні питання, що розглядаються на лекції:

- Ефект Гіббса
- Ефект розтікання спектру
- Аналіз сигналів з віконними функціями

Лекція 9. Спектрально-часовий та інші види аналізу сигналів (частина 1)

Основні питання, що розглядаються на лекції:

- Спектрально-часовий аналіз за Фур'є
- Перетворення Хаара
- Вейвлет-перетворення
- Материнські вейвлет-функції
- Розклад сигналів у фреймах

Лекція 10. Спектрально-часовий та інші види аналізу сигналів (частина 2)

Основні питання, що розглядаються на лекції:

- Діадне вейвлет-перетворення
- Кореляційний аналіз детермінованих сигналів
- Перетворення Хартлі
- Перетворення Уолша-Адамара

- Перетворення Гілберта

Розділ 11. Основи фільтрації неперервних та дискретних сигналів (частина 1)

Основні питання, що розглядаються на лекції:

- Шуми та перешкоди в сигналах
- Типи та характеристики фільтрів
- Етапи розробки фільтрів
- Поняття про апроксимацію фільтрів
- Цифрові БІХ- та КІХ- фільтри

Розділ 12. Основи фільтрації неперервних та дискретних сигналів (частина 1)

Основні питання, що розглядаються на лекції:

- Основні відомості щодо методів розрахунку коефіцієнтів цифрових фільтрів
- Побудова структур цифрових фільтрів
- Застосування фільтрації для багатошвидкісної обробки сигналів
- Фільтр Вінера

Лекція 13. Аналіз випадкових сигналів (частина 1)

Основні питання, що розглядаються на лекції:

- Випадкові сигнали
- Основні характеристики випадкових сигналів
- Класифікація випадкових сигналів
- Поняття про оцінки характеристик випадкових сигналів

Лекція 14. Аналіз випадкових сигналів (частина 2)

Основні питання, що розглядаються на лекції:

- Неперервні стаціонарні ергодичні випадкові сигнали
- Дискретні стаціонарні ергодичні випадкові сигнали
- Спектральний аналіз дискретних стаціонарних ергодичних випадкових сигналів

5.2. Практичні заняття

Теми практичних занять повторюють теми та основні питання лекційних занять

5.3. Комп'ютерні практикуми

1. Основи програмування на Python
2. Візуалізація сигналів з допомогою Python
3. Моделювання лінійних систем в часовій та частотній області
4. Спектральний аналіз сигналів за Фур'є
5. Спектрально-часовий аналіз сигналів за Фур'є
6. Фільтрація сигналів
7. Кореляційний аналіз детермінованих сигналів
8. Вейвлет-аналіз сигналів

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота здобувача охоплює такі складники як пошук та опанування окремих теоретичних питань, що виносяться викладачем на самостійне опрацювання; підготування до комп'ютерних практикумів; підготування до модульної контрольної роботи; виконання індивідуальної семестрової роботи у вигляді розрахункової роботи у вказаний викладачем термін.

Екзамен проводиться в період екзаменаційної сесії, по завершенню навчального семестру згідно ухваленого графіку. На підготовку до екзамену відводиться 30 годин СР.

ПОЛІТИКА ТА КОНТРОЛЬ

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять

Відвідування лекційних і практичних занять не є обов'язковим. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал, оцінюється рівень його засвоєння в ході усного опитування, розвиваються уміння і навички, необхідні для виконання завдань в рамках самостійної роботи.

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

Пропущені контрольні заходи

Практичні роботи, що подаються на перевірку з порушенням терміну виконання, але до терміну виставлення поточної атестації (або іспиту), оцінюються зі штрафними балами. (В умовах воєнного часу не виконується.)

Практичні роботи, що подаються на перевірку з порушенням терміну виконання та після терміну виставлення поточної атестації (або екзамену), не оцінюються.

Порушення термінів виконання завдань та заохочувальні бали

Заохочувальні бали		Штрафні бали					
Критерій	Ваговий бал	Критерій	Ваговий бал				
Активна участь в ході усних опитувань і	+1 бал	Порушення термінів виконання практичних робіт (за кожен таку роботу)	-0,5 балу за просрочений тиждень (не застосовується під час оголошеного воєнного становища)				
Участь у міжнародних, всеукраїнських та/або інших заходах або конкурсах за тематикою навчальної дисципліни	+5 балів	Несвоєчасне написання модульної контрольної роботи	-0,5 балу за просрочений тиждень (не застосовується під час оголошеного воєнного становища)				

Сума заохочувальних або штрафних балів не може перевищувати 10% рейтингової шкали (<https://osvita.kpi.ua/node/37>).

Розрахункова робота (РР)

Розрахункова робота виконується згідно з вимогами, у термін, зазначений викладачем.

У разі виявлення академічної не добросовісності – РР не враховується, студент до захисту не допускається.

Тематика РР: реалізація методу обробки та/або аналізу біомедичних сигналів.

Мета РР: набуття практичних навичок реалізації та застосування методів обробки та аналізу біосигналів.

Етапи виконання РР:

- отримання завдання на РР, узгодження змісту роботи з керівником;
- аналіз завдання на РР, планування шляху його вирішення;
- аналітичний огляд інформаційних джерел, підбір матеріалів з описанням реалізації необхідних методів;
- реалізація методів аналізу сигналів;
- проведення чисельних експериментів, отримання та аналіз результатів;
- підготовка пояснювальної записки та презентації;
- презентація роботи.

Порядок виконання РР

РР виконується у групі студентів з двох осіб, які призначаються викладачем. Кожна група отримує завдання на РР у вигляді виду біосигналів, які треба аналізувати та назви методу/підходу, який треба використати. Також група отримує базу даних із записами біосигналів для експериментальних досліджень (з бази даних Фізіобанк).

Після цього виконується підбір та аналітичний огляд матеріалів з описом реалізації методів. Огляд здається на перевірку керівнику роботи, і після цього відбувається остаточне визначення методу, який буде реалізовуватись.

Після реалізації методів та отримання експериментальних результатів група пише пояснювальну записку до роботи та готує презентацію результатів.

Склад пояснювальної записки до РР

аналітичний огляд, опис методів, код програми, опис експериментальних результатів, висновки.

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 з 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 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

Виконання практичних робіт, модульної контрольної роботи, домашньої контрольної роботи здійснюється під час самостійної роботи студентів у дистанційному режимі з можливістю консультування з викладачем через електронну пошту, платформу ZOOM, соціальні мережі.

Зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою: сертифікат спеціалізації Digital Signal Processing Specialization <https://www.coursera.org/specializations/digital-signal-processing> зараховується з відповідним перерахунком балів за університетською шкалою. Інші сертифікати можуть бути зараховані за умови відповідності змісту навчального матеріалу за попереднім погодженням з

викладачем.

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

№ з/п	Контрольний захід	%	Ваговий бал	Кіл-ть	Всього
1.	МКР-1 (6 питань)	6	6	1	6
2	МКР-2 (7 питань)	7	7	1	7
3	Комп'ютерні практикуми	32	4	8	32
4	РР	15	15	1	15
5	Екзамен	40	40	1	40
	Разом				100

У разі виявлення академічної недобросовісності – контрольний захід не враховується.

За участь в додаткових освітніх заходах (лекції, семінари, курси, хакатони, та т.і.) з тематики дисципліни (за попереднім погодженням з викладачем) -- додаткові 5 балів (максимум) за кожний захід (але в сумі не більше 6).

Однак, сума заохочувальних або штрафних балів не може перевищувати 10% рейтингової шкали (6 балів).

МКР проводиться у вигляді тестів в системі для дистанційного навчання.

Оцінювання комп'ютерних практикумів:

Робота виконана безпомилково, в повному обсязі, при захисті продемонстровані повні та міцні знання відповідного матеріалу - *6 балів*.

В роботі допущені несуттєві неточності, при захисті продемонстровані знання відповідного матеріалу з несуттєвими неточностями - *5 балів*.

Робота містить деякі помилки, які допущені через недбалість і відсутність сталих навичок, при захисті відповідного матеріалу відповідь студента неповна або містить неточну відповідь на теоретичні питання - *4 бали*.

В роботі допущені принципові помилки, неповний (невірний) розрахунок, неповна або неточна (невірна) відповідь на теоретичні питання - *0 балів*.

Критерій оцінювання РГР:

Відмінно: Робота виконана безпомилково, в повному обсязі, при захисті продемонстровані повні та міцні знання відповідного матеріалу. Звіт – надано своєчасно та дотримано усіх вимог по його оформленню, містить не менше 95% необхідної інформації – 13-15 балів

Добре: В роботі допущені несуттєві неточності, при захисті продемонстровані знання відповідного матеріалу з несуттєвими помилками. Звіт – надано своєчасно та дотримано усіх вимог по його оформленню, містить не менше 75% необхідної інформації. 11 - 12 балів

Задовільно: Робота містить деякі помилки, які допущені через недбалість і відсутність сталих навичок, при захисті відповідного матеріалу відповідь студента неповна або містить неточну відповідь на теоретичні питання. Звіт – надано не своєчасно та не дотримано усі вимоги по його оформленню, містить не менше 60% необхідної інформації. 9 - 10 бали

Незадовільно: В роботі допущені принципові помилки, неповний (невірний) розрахунок, неповна або неточна (невірна) відповідь на теоретичні питання. Звіт з роботи

вчасно не здано і не захищено без поважної причини, містить менш як 60% необхідної інформації. 0 балів

Календарний контроль

Проміжна атестація студентів (далі – атестація) є календарним контролем. Метою проведення атестації є підвищення якості навчання студентів та моніторинг виконання графіка освітнього процесу студентами³.

Критерій		Перша атестація	Друга атестація	
Термін атестації ⁴		8-ий тиждень	14-ий тиждень	
Умови отримання атестації	Поточний рейтинг ⁵	≥ 50% від максимальної кількості балів, можливої на час атестації	≥ 50% від максимальної кількості балів, можливої на час атестації	
	Виконання комп'ютерних практикумів	Комп'ютерний практикум № 1-3	+	+
		Комп'ютерний практикум №4-5	-	+
		Комп'ютерний практикум №6-8	-	-
	Виконання МКР	МКР 1	+	+
		МКР 2	-	+
Виконання індивідуального завдання	РР Частина 1	+	+	
	Частина 2	-	+	

Семестрова атестація студентів

Обов'язкова умова допуску до екзамену/заліку		Критерій
1	Виконання індивідуального завдання (РР)	Позитивна оцінка за семестр
2	Виконання Комп'ютерних практикумів №№1-8	Позитивна оцінка за семестр

Екзаменаційну роботу всі студенти пишуть обов'язково.

Кількість запитань у кожному білеті – 4. Ваговий бал кожного запитання – 10. Максимальна кількість балів за всі питання екзаменаційного білета дорівнює:

$$10+10+10+10 = 40 \text{ балів.}$$

Критерії оцінювання запитань на екзамені:

змістовна відповідь на теоретичне питання білета – 9...10 балів;

добра відповідь на питання, але з невеликими зауваженнями – 7...8 балів;

задовільна відповідь на питання (є декілька грубих помилок у відповіді) – 6 балів;

понад дві грубі помилки/незнання питання – 0 балів.

Таблиця переведення рейтингових балів до оцінок за університетською шкалою ²

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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

На екзамені студентам не дозволяється користуватись додатковими матеріалами.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено:

професором к.т.н., доцент, доцентом кафедри електронної інженерії Поповим Антоном Олександровичем

Ухвалено кафедрою електронної інженерії (протокол № 1 від 26.08.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету ФБМІ (протокол № 1 від 01.09.2023р.)