

|                         |   |         |               |   |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-22.06-<br>05.01/163.00.1/М/ОК9<br>-1-2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 18/1                                    |

## ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету  
інформаційно-комп'ютерних  
технологій

28 серпня 2024 р., протокол № 8

Голова Вченої ради

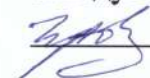
  
Тетяна НІКІТЧУК

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Методи цифрової обробки біомедичних сигналів»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 163 «Біомедична інженерія»  
освітньо-професійна програма «Біомедична інженерія»  
факультет інформаційно-комп'ютерних технологій  
кафедра комп'ютерних технологій у медицині та телекомунікаціях

Схвалено на засіданні кафедри  
комп'ютерних технологій у  
медицині та телекомунікаціях  
26 серпня 2024 р., протокол № 8

Завідувач кафедри

  
Владислав ЧУХОВ

Гарант освітньо-професійної  
програми

  
Оксана КОРЕНІВСЬКА

Житомир  
2024 – 2025 н.р.

|                            |   |                |                      |   |
|----------------------------|---|----------------|----------------------|---|
| Житомирська<br>політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |                |                      | Ф-22.06-<br>05.01/163.00.1/М/ОК9<br>-1-2024 |
|                            | <i>Випуск 1</i>   | <i>Зміни 0</i> | <i>Екземпляр № 1</i> | <i>Арк 18/2</i>                             |

### Розробники:

Тетяна НІКІТЧУК, кандидат технічних наук, доцент, декан факультету інформаційно-комп'ютерних технологій;

Оксана КОРЕНІВСЬКА, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерних технологій у медицині та телекомунікаціях, гарант;

Роман КОЛОМІЄЦЬ, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерних технологій у медицині та телекомунікаціях

|                            |   |                |                      |   |
|----------------------------|---|----------------|----------------------|---|
| Житомирська<br>політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |                |                      | Ф-22.06-<br>05.01/163.00.1/М/ОК9<br>-1-2024 |
|                            | <i>Випуск 1</i>   | <i>Зміни 0</i> | <i>Екземпляр № 1</i> | <i>Арк 18/3</i>                             |

Робоча програма навчальної дисципліни «Методи цифрової обробки біомедичних сигналів» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «магістр» спеціальності 163 «Біомедична інженерія» освітньо-професійна програма «Біомедична інженерія» затверджена Вченою радою факультету інформаційно-комп'ютерних технологій від 28 серпня 2024 р., протокол № 8.

|                         |   |         |               |   |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-22.06-<br>05.01/163.00.1/М/ОК9<br>-1-2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 18/4                                    |

## 1. Опис навчальної дисципліни

| Найменування показників   | Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь          | Характеристика навчальної дисципліни |                       |
|---|--|--------------------------------------|-----------------------|
|   |  | денна форма навчання                 | заочна форма навчання |
| Кількість кредитів – 4  | Галузь знань<br>16 «Хімічна інженерія та біоінженерія» | Обов'язкова                          |                       |
| Модулів – 1   | Спеціальність<br>163 «Біомедична інженерія»            | Рік підготовки:                      |                       |
| Змістових модулів – 2   |  | 1-й                                  | –                     |
| Загальна кількість годин –<br>120   |  | Семестр                              |                       |
|   |  | 1-й                                  | –                     |
| Тижневих годин для денної форми навчання:<br>аудиторних – 3<br>самостійної роботи – 4,5 | Освітній ступінь «магістр»                             | Лекції                               |                       |
|   |  | 32 год.                              | – год.                |
|   |  | Практичні                            |                       |
|   |  | 16 год.                              | – год.                |
|   |  | Лабораторні                          |                       |
|   |  | – год.                               | – год.                |
|   |  | Самостійна робота                    |                       |
| 72 год.   | – год.   |                                      |                       |
| Вид контролю: залік   |  |                                      |                       |

Частка аудиторних занять і частка самостійної та індивідуальної роботи у загальному обсязі годин з навчальної дисципліни становить:

для денної форми навчання – 40 % аудиторних занять, 60% самостійної та індивідуальної роботи.

|                         |   |         |   |
|-------------------------|---|---------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         | Ф-22.06-<br>05.01/163.00.1/М/ОК9<br>-1-2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1<br>Арк 18/ 5                  |

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою вивчення навчальної дисципліни** є надання майбутнім фахівцям основ науково-теоретичних знань та практичних навичок з математичних методів опису, перетворення, аналізу та фільтрації біомедичних сигналів та зображень.

**Завданнями навчальної дисципліни є:**

- ознайомлення із типами біомедичних сигналів, які присутні в організмі людини, а також виникають під дією зовнішніх сигналів;
- вивчення методів отримання та цифрової обробки біосигналів серцево-судинної та м'язової системи, біосигналів мозку, органів зору та слуху ;
- обробка біоінформації в натуральних координатах (архівація, компресія, передача);
- оволодіння методами математичного опису систем цифрової обробки сигналів та зображень, способів їх синтезу та автоматизованого проектування, моделювання та апаратно-програмної реалізації;
- уміннями застосовувати отримані знання при розв'язку прикладних завдань цифрової обробки сигналів та зображень;

Для досягнення необхідного рівня знань в даній ОК використовуються основні засоби впливу на засвоєння навчального матеріалу. Тому в процесі викладання дисципліни вирішуються задачі подання навчального матеріалу на інформаційних засадах у сукупності з елементами зворотного зв'язку та контролем за опануванням знань.

Зміст навчальної дисципліни направлений на формування наступних **компетентностей**, визначених стандартом вищої освіти зі спеціальності 163 «Біомедична інженерія»:

ЗК-2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

СК-1. Здатність вирішувати комплексні проблеми біомедичної інженерії із застосуванням методів математики, природничих та інженерних наук, *використовувати іноземну мову для вирішенні медико-інженерних та біоінженерних задач, ведення наукової та педагогічної діяльності.*

СК-3. Здатність аналізувати складні медико-інженерні та біоінженерні проблеми та здійснювати їх формалізацію для знаходження кількісних рішень із застосуванням сучасних математичних методів та інформаційних технологій.

СК-5. Здатність розробляти технічні завдання на створення, а також моделювати, оцінювати, проектувати та конструювати складні біоінженерні та медико-інженерні системи і технології.

Отримані знання з навчальної дисципліни стануть складовими наступних **програмних результатів** навчання за спеціальністю 163 «Біомедична інженерія»:

РН-1. Проектувати, конструювати вдосконалювати та застосовувати медико-

|                         |   |         |               |   |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-22.06-<br>05.01/163.00.1/М/ОК9<br>-1-2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 18/6                                    |

технічні та біоінженерні вироби, прилади, апарати і системи з дотриманням технічних вимог, а також супроводжувати їх експлуатацію.

РН-2. Аналізувати і вирішувати складні медико-інженерні та біоінженерні проблеми із застосуванням математичних методів та інформаційних технологій.

РН-3. Створювати і вдосконалювати засоби, методи та технології біомедичної інженерії для всебічного дослідження і розробки біоінженерних об'єктів та систем медико-технічного призначення.

Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі вищої освіти зможуть отримати наступні Soft skills:

- *комунікативні навички*: письмове, вербальне й невербальне спілкування; уміння грамотно спілкуватися по e-mail; вести дискусію і відстоювати свою позицію; навички працювати в команді;

- *уміння виступати привселюдно*: навички, необхідні для виступів на публіці; навички проведення презентації;

- *керування часом*: уміння справлятися із завданнями вчасно;

- *гнучкість і адаптивність*: гнучкість, адаптивність і здатність змінюватися; уміння аналізувати ситуацію, орієнтування на вирішення проблеми;

- *лідерські якості*: уміння спокійно працювати в напруженому середовищі; уміння ухвалювати рішення; уміння ставити мету, планувати діяльність;

- *особисті якості*: креативне й критичне мислення; етичність, чесність, терпіння, повага до оточуючих.

### 3. Програма навчальної дисципліни

#### МОДУЛЬ 1

**Змістовний модуль 1. Отримання та інтерпретація біосигналів і зображень**

**Тема 1. Вступ в дисципліну (ЗК-2, СК-1, СК-3, СК-5, РН-1, РН-2, РН-3).**

Вступ в дисципліну. Задачі дисципліни. Природа сигналів. Цілі аналізу сигналів. Труднощі, що зустрічаються при аналізі сигналів. Задачі ЦОС, її переваги та недоліки у порівнянні з аналоговою обробкою сигналів. Узагальнена система ЦОС. Основні операції ЦОС.

Використання цифрової обробки в сучасній техніці.

**Тема 2. Інформація в медицині. Біомедичні сигнали (ЗК-2, СК-1, СК-3, РН-1, РН-2, РН-3).** Класифікація медичної інформації. Норма і патологія. Генезис біосигналів. Загальні властивості біосигналів. Основні типи біосигналів, що використовуються в медичній практиці. Біосигнали серцево-судинної системи.

Біосигнали мозку. Біосигнали м'язів. Біопотенціали шкіри. Біосигнали органів зору. Біосигнали органів слуху. Біосигнали органів травлення. Біосигнали опорно-рухової системи. Речовинно-польовий аналіз біосигналів

|                         |   |         |               |   |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-22.06-<br>05.01/163.00.1/М/ОК9<br>-1-2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 18/7                                    |

### **Тема 3. Біомедичні зображення (ЗК-2, СК-1, СК-3, СК-5, РН-1, РН-2, РН-3).**

Біомедичні зображення. Зображення біологічних об'єктів, методи отримання, реєстрації та фізичні принципи отримання основних видів біомедичних зображень. Рентгенівські, за допомогою радіоіотопів, ультразвукові зображення, зображення в радіодіапазоні.

Типи зображень. Стандарти передачі. Стандарт DICOM. Автоматизовані системи обробки зображень загального призначення

## **Змістовний модуль 2. Перетворення та обробка біосигналів і зображень**

**Тема 4. Основи цифрової обробки сигналів (ЗК-2, СК-1, СК-3, СК-5, РН-1, РН-2, РН-3).** Види сигналів. Аналогові, цифрові сигнали. Види модуляції. Основні параметри сигналів. Основна смуга частот. Нормована частота. Сигнали та спектри.

Принципи формування цифрового сигналу та відтворення аналогового сигналу. Перетворення аналогових сигналів на цифрові. Теорема відліків (Котельникова). Дискретизація сигналу. Дискретизація сигналу з нескінченним спектром. Критерій Найквіста. Аналого-цифрові перетворювачі.

**Тема 5. Дискретне перетворення Фур'є (СК-3, СК-5, РН-2, РН-3).**

Властивості перетворення Фур'є. Спектральний аналіз та швидке перетворення Фур'є. Обчислення зворотного перетворення Фур'є. Властивості ШПФ. Спектральний аналіз із застосуванням ШПФ.

**Тема 6. Обробка біосигналів у часовій області (СК-3, СК-5, РН-2, РН-3).**

Аналіз біосигналів у часовій області. Контурно-часова методика

**Тема 7. Основи вейвлет-перетворення (СК-3, СК-5, РН-2, РН-3).**

Обмеження використання перетворення Фур'є. Основна ідея крупномасштабного аналізу. Неперервне вейвлет-перетворення. Визначення НВП. Отримання НВП. Найбільш часто використовувані вейвлети. Дискретне вейвлет-перетворення.

**Тема 8. Перетворення Гілберта. Фазові площини (СК-3, СК-5, РН-2, РН-3).**

Основи та алгоритми перетворення Гілберта. Фазові площини, застосування методу до обробки та аналізу біосигналів.

**Тема 9. Статистичні методи обробки інформації (ЗК-2, СК-1, СК-3, СК-5, РН-1, РН-2, РН-3).**

Генеральна та вибіркова сукупності. Характеристики вибірки. Виявлення вірогідності відмінності середніх значень двох вибірок. Виявлення взаємозв'язку двох випадкових величин. Регресійний та дисперсійний аналізи даних результатів досліджень. Сучасні програми медичної статистики для обробки даних досліджень

|                         |   |         |               |   |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-22.06-<br>05.01/163.00.1/М/ОК9<br>-1-2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 18/ 8                                   |

**Тема 10. Обробка і аналіз зображень (ЗК-3, СК-3, СК-5, РН-2, РН-3).**  
Основи цифрового представлення зображень. Роздільна здатність цифрового зображення. Гістограма зображення. Перетворення множинних зображень. Фільтрація зображень. Частотні методи покращення зображень. Цифрова обробка кольорових зображень. Стиснення зображень. Основи сегментації зображень.

#### 4. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

| Змістові модулі і теми  | Кількість годин |           |           |                   |              |        |           |                   |
|---|-----------------|-----------|-----------|-------------------|--------------|--------|-----------|-------------------|
|   | денна форма     |           |           |                   | заочна форма |        |           |                   |
|   | усього          | лекції    | практичні | самостійна робота | усього       | лекції | практичні | самостійна робота |
| <b>МОДУЛЬ 1</b>   |                 |           |           |                   |              |        |           |                   |
| <b>Змістовий модуль 1. Отримання та інтерпретація біосигналів і зображень</b> |                 |           |           |                   |              |        |           |                   |
| Тема 1. Вступ в дисципліну  | 10              | 2         | 2         | 6                 | -            | -      | -         | -                 |
| Тема 2. Інформація в медицині. Біомедичні сигнали.                            | 24              | 8         | 1         | 15                | -            | -      | -         | -                 |
| Тема 3. Біомедичні зображення   | 14              | 4         | 1         | 9                 | -            | -      | -         | -                 |
| <b>Разом за змістовий модуль 1</b>  | <b>48</b>       | <b>14</b> | <b>4</b>  | <b>30</b>         | -            | -      | -         | -                 |
| <b>Змістовний модуль 2. Перетворення та обробка біосигналів і зображень</b>   |                 |           |           |                   |              |        |           |                   |
| Тема 4. Основи цифрової обробки сигналів                                      | 8               | 2         | 1         | 5                 | -            | -      | -         | -                 |
| Тема 5. Дискретне перетворення Фур'є  | 8               | 2         | 1         | 5                 | -            | -      | -         | -                 |
| Тема 6. Обробка біосигналів у часовій області                                 | 8               | 2         | 2         | 4                 | -            | -      | -         | -                 |
| Тема 7. Основи вейвлет-перетворення   | 8               | 2         | 2         | 4                 | -            | -      | -         | -                 |
| Тема 8. Перетворення Гілберта. Фазові площини                                 | 12              | 2         | 2         | 8                 | -            | -      | -         | -                 |
| Тема 9. Статистичні методи обробки інформації.                                | 14              | 4         | 2         | 8                 | -            | -      | -         | -                 |
| Тема 10. Обробка і аналіз зображень   | 14              | 4         | 2         | 8                 | -            | -      | -         | -                 |
| <b>Разом за змістовий модуль 2</b>  | <b>72</b>       | <b>18</b> | <b>12</b> | <b>42</b>         | -            | -      | -         | -                 |
| <b>ВСЬОГО</b>   | <b>120</b>      | <b>32</b> | <b>16</b> | <b>72</b>         | -            | -      | -         | -                 |



|                         |   |         |   |
|-------------------------|---|---------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         | Ф-22.06-<br>05.01/163.00.1/М/ОК9<br>-1-2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1<br>Арк 18/9                   |

## 5. Теми практичних занять

| № з/п   | Назва теми   | Кількість годин |              |
|---|--|-----------------|--------------|
|   |  | денна форма     | заочна форма |
| <b>МОДУЛЬ 1</b>   |  |                 |              |
| <b>Змістовий модуль 1. Отримання та інтерпретація біосигналів і зображень</b> |  |                 |              |
| 1   | Тема 1. Вступ в дисципліну. Ознайомлення з базами даних біомедичних сигналів | 1               | -            |
| 2   | Тема 2. Інформація в медицині. Біомедичні сигнали                            | 1               | -            |
| 3   | Тема 3. Біомедичні зображення  | 2               | -            |
| <b>Змістовий модуль 2. Перетворення та обробка біосигналів і зображень</b>    |  |                 |              |
| 4   | Тема 4. Основи цифрової обробки сигналів                                     | 1               | -            |
| 5   | Тема 5. Дискретне перетворення Фур'є   | 1               | -            |
| 6   | Тема 6. Обробка біосигналів у часовій області                                | 2               | -            |
| 7   | Тема 7. Основи вейвлет-перетворення  | 2               | -            |
| 8   | Тема 8. Перетворення Гілберта. Фазові площини                                | 2               | -            |
| 9   | Тема 9. Статистичні методи обробки інформації.                               | 2               | -            |
| 10  | Тема 10. Обробка і аналіз зображень  | 2               | -            |
| <b>РАЗОМ</b>  |  | <b>16</b>       | <b>-</b>     |

## 6. Завдання для самостійної роботи

| № з/п   | Назва теми   | Кількість годин |              |
|---|--|-----------------|--------------|
|   |  | денна форма     | заочна форма |
| <b>МОДУЛЬ 1</b>   |  |                 |              |
| <b>Змістовий модуль 1. Отримання та інтерпретація біосигналів і зображень</b> |  |                 |              |
| 1   | <b>Тема 1. Вступ в дисципліну.</b><br>1. Природа сигналів.<br>2. ЦОС, її переваги та недоліки у порівнянні з аналоговою обробкою сигналів.<br>3. Використання цифрової обробки в сучасній техніці  | 6               | -            |
| 2   | <b>Тема 2. Інформація в медицині. Біомедичні сигнали.</b><br>1. Основні типи біосигналів, що використовуються в медичній практиці.<br>2. Біосигнали серцево-судинної системи.<br>3. Біосигнали мозку.<br>4. Біосигнали м'язів.<br>5. Біопотенціали шкіри.<br>6. Біосигнали органів зору.<br>7. Біосигнали органів слуху.<br>8. Біосигнали органів травлення.<br>9. Біосигнали опорно-рухової системи.<br>10. Речовинно-польовий аналіз біосигналів | 15              | -            |

|                         |   |         |               |   |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-22.06-<br>05.01/163.00.1/М/ОК9<br>-1-2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 18/10                                   |

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| 3 | <p><b>Тема 3. Біомедичні зображення</b></p> <p>1. Біомедичні зображення. Зображення біологічних об'єктів, методи отримання, реєстрації та фізичні принципи отримання основних видів біомедичних зображень.</p> <p>2. Рентгенівські, за допомогою радіоізотопів, ультразвукові зображення, зображення в радіодіапазоні.</p> <p>3. Типи зображень.</p> <p>4. Стандарти передачі. Стандарт DICOM.</p> <p>5. Автоматизовані системи обробки зображень загального призначення</p> | 9 | - |
|---|--|---|---|

| <b>Змістовий модуль 2. Перетворення та обробка біосигналів і зображень</b> |  |   |   |
|--|--|---|---|
| 4  | <p><b>Тема 4. Основи цифрової обробки сигналів.</b></p> <p>1. Аналогові, цифрові сигнали. Основні параметри сигналів.</p> <p>2. Види модуляції.</p> <p>3. Основна смуга частот. Нормована частота. Сигнали та спектри.</p> <p>4. Перетворення аналогових сигналів на цифрові.</p> <p>5. Дискретизація сигналу. Аналого-цифрові перетворювачі</p> | 5 | - |
| 5  | <p><b>Тема 5. Дискретне перетворення Фур'є.</b></p> <p>1. Властивості перетворення Фур'є.</p> <p>2. Спектральний аналіз та швидке перетворення Фур'є.</p> <p>3. Спектральний аналіз із застосуванням ШПФ</p>   | 5 | - |
| 6  | <p><b>Тема 6. Обробка біосигналів у часовій області.</b></p> <p>1. Аналіз ЕКГ у часовій області.</p> <p>2. Контурно-часова методика</p>  | 4 | - |
| 7  | <p><b>Тема 7. Основи вейвлет-перетворення.</b></p> <p>1. Неперервне вейвлет-перетворення. Отримання НВП.</p> <p>2. Найбільш часто використовувані вейвлети.</p> <p>3. Дискретне вейвлет-перетворення</p>   | 4 | - |
| 8  | <p><b>Тема 8. Перетворення Гілберта. Фазові площини.</b></p> <p>1. Перетворення Гілберта.</p> <p>2. Ортогональні перетворення.</p> <p>3. Метод фазових площин. Застосування радіотехнічного методу до аналізу біосигналів</p>  | 8 | - |
| 9  | <p><b>Тема 9. Статистичні методи обробки інформації.</b></p> <p>1. Генеральна та вибіркова сукупності.</p> <p>2. Регресійний та дисперсійний аналізи даних результатів досліджень.</p> <p>3. Сучасні програми медичної статистики для обробки даних досліджень</p>   | 8 | - |

|                         |   |         |               |   |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-22.06-<br>05.01/163.00.1/М/ОК9<br>-1-2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 18/11                                   |

|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
| 10 | <b>Тема 10. Обробка і аналіз зображень.</b><br>1. Роздільна здатність цифрового зображення.<br>2. Гістограма зображення.<br>3. Перетворення множинних зображень.<br>4. Фільтрація зображень.<br>5. Частотні методи покращення зображень.<br>6. Цифрова обробка кольорових зображень.<br>7. Стиснення зображень.<br>8. Основи сегментації зображень. | 8 | - |
|    | <b>РАЗОМ</b>  |   |   |

## 7. Індивідуальні самостійні завдання

Індивідуальним самостійним завданням під час вивчення дисципліни «Методи цифрової обробки біомедичних сигналів» є виконання розрахунків практичних занять, виконання аналізу методів і засобів обробки біомедичних сигналів; робота за темою кваліфікаційної роботи з подальшою публікацією тез доповідей, підготовкою матеріалів до конкурсу студентських робіт.

## 8. Методи навчання

Під час викладання навчальної дисципліни використовуються наступні методи навчання.

| Результат навчання   | Методи навчання   |
|--|---|
| РН-1. Проектувати, конструювати вдосконалювати та застосовувати медико-технічні та біоінженерні вироби, прилади, апарати і системи з дотриманням технічних вимог, а також супроводжувати їх експлуатацію | – Вербальні методи (лекція, пояснення)<br>– Наочні методи (презентація)<br>– Практичні методи (вирішення завдань)<br>– Дискусійний метод<br>– Дослідницький метод<br>– Метод активного навчання (мозковий штурм, командна робота)<br>– Ситуаційний метод<br>– Методи самостійної роботи (анотування опрацьованого матеріалу, виконання завдань, проведення розрахунків, підготовка доповідей, написання тез, написання наукових статей) |
| РН-2. Аналізувати і вирішувати складні медико-інженерні та біоінженерні проблеми із застосуванням математичних методів та інформаційних технологій.  | – Вербальні методи (лекція, пояснення)<br>– Наочні методи (презентація)<br>– Практичні методи (вирішення завдань)<br>– Дискусійний метод<br>– Дослідницький метод<br>– Метод активного навчання (мозковий штурм, командна робота)<br>– Ситуаційний метод<br>– Методи самостійної роботи (анотування опрацьованого матеріалу, виконання завдань, проведення розрахунків,   |

|                         |   |         |               |   |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-22.06-<br>05.01/163.00.1/М/ОК9<br>-1-2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 18/ 12                                  |

| Результат навчання  | Методи навчання   |
|---|---|
|   | підготовка доповідей, написання тез, написання наукових статей)   |
| РН-3. Створювати і вдосконалювати засоби, методи та технології біомедичної інженерії для всебічного дослідження і розробки біоінженерних об'єктів та систем медико-технічного призначення | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Вербальні методи (лекція, пояснення)</li> <li>– Наочні методи (презентація)</li> <li>– Дискусійний метод</li> <li>– Дослідницький метод</li> <li>– Метод активного навчання (мозковий штурм, командна робота)</li> <li>– Ситуаційний метод</li> <li>– Методи самостійної роботи (анотування опрацьованого матеріалу, виконання завдань, проведення розрахунків, підготовка доповідей, написання тез, написання наукових статей)</li> </ul> |

## 9. Методи контролю

Перевірка досягнення результатів навчання здійснюється з використанням наступних методів.

| Результат навчання   | Методи контролю   |
|--|---|
| РН-1. Проектувати, конструювати вдосконалювати та застосовувати медико-технічні та біоінженерні вироби, прилади, апарати і системи з дотриманням технічних вимог, а також супроводжувати їх експлуатацію | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Усне опитування, участь у дискусії, відповіді на проблемні запитання</li> <li>– Перевірка виконання домашніх завдань, практичних завдань, кейсів</li> <li>– Експрес-тестування</li> <li>– Перевірка виконання індивідуальних завдань</li> <li>– Самооцінювання та взаємооцінювання</li> <li>– Залік</li> </ul> |
| РН-2. Аналізувати і вирішувати складні медико-інженерні та біоінженерні проблеми із застосуванням математичних методів та інформаційних технологій.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Усне опитування, участь у дискусії, відповіді на проблемні запитання</li> <li>– Перевірка виконання домашніх завдань, практичних завдань, кейсів</li> <li>– Експрес-тестування</li> <li>– Перевірка виконання індивідуальних завдань</li> <li>– Самооцінювання та взаємооцінювання</li> <li>– Залік</li> </ul> |
| РН-3. Створювати і вдосконалювати засоби, методи та технології біомедичної інженерії для всебічного дослідження і розробки біоінженерних об'єктів та систем медико-технічного призначення                | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Усне опитування, участь у дискусії, відповіді на проблемні запитання</li> <li>– Перевірка виконання домашніх завдань, практичних завдань, кейсів</li> <li>– Експрес-тестування</li> <li>– Перевірка виконання індивідуальних завдань</li> <li>– Самооцінювання та взаємооцінювання</li> <li>– Залік</li> </ul> |

## 10. Оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти

|                         |   |         |               |   |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-22.06-<br>05.01/163.00.1/М/ОК9<br>-1-2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 18/13                                   |

Оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни здійснюється відповідно до Положення про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у Державному університеті «Житомирська політехніка» та розподілу балів, що наведений нижче.

Система оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни включає поточний та підсумковий контроль.

Поточний контроль проводиться для оцінювання рівня засвоєння знань, формування умінь і навичок здобувачів вищої освіти впродовж вивчення ними матеріалу модуля (змістових модулів) навчальної дисципліни. Поточний контроль здійснюється під час проведення навчальних занять.

Підсумковий контроль проводиться для підсумкового оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни. Підсумковий контроль здійснюється після завершення вивчення навчальної дисципліни. Підсумковий контроль проводиться у формі заліку. Процедура складання заліку визначена у Положенні про організацію освітнього процесу у Державному університеті «Житомирська політехніка».

#### Розподіл балів з навчальної дисципліни

| Види робіт здобувача вищої освіти    | Кількість балів за семестр |              |
|--------------------------------------|----------------------------|--------------|
|                                      | денна форма                | заочна форма |
| Виконання завдань поточного контролю | 100                        | -            |
| <b>Підсумкова семестрова оцінка</b>  | <b>100</b>                 | -            |

#### Розподіл балів за виконання завдань поточного контролю

| Види робіт здобувача вищої освіти   | Кількість балів за семестр |              |
|---|----------------------------|--------------|
|   | денна форма                | заочна форма |
| Виконання завдань під час навчальних занять   | 80                         | —            |
| Виконання та захист індивідуальних самостійних завдань  | 20                         | —            |
| Виконання науково-дослідної роботи та інших видів робіт (додаткові – заохочувальні бали):   |                            |              |
| 1. Участь у студентських предметних олімпіадах, Всеукраїнському конкурсі студентських наукових робіт, грантах, науково-дослідних проєктах, хакатонах, стартапах | до 10                      | —            |
| 2. Підготовка наукових статей по темах ОК   | до 10                      | —            |
| <b>Разом за виконання завдань поточного контролю</b>  | <b>100</b>                 | —            |

|                         |   |         |   |
|-------------------------|---|---------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         | Ф-22.06-<br>05.01/163.00.1/М/ОК9<br>-1-2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1<br>Арк 18/14                  |

### Розподіл балів за виконання завдань під час навчальних занять

| Види робіт здобувача вищої освіти <sup>1</sup>              | Кількість балів за семестр |              |
|---|----------------------------|--------------|
|   | денна форма                | заочна форма |
| Відповіді (виступи) на заняттях                             | 16                         | –            |
| Участь у дискусії   | 10                         | –            |
| Виконання поточних тестових завдань                         | 30                         | –            |
| Виконання та захист практичних робіт                        | 24                         | –            |
| <b>Разом за виконання завдань під час навчальних занять</b> | <b>80</b>                  | –            |

З метою застосування цілих чисел для оцінювання активностей здобувачів вищої освіти під час навчальних занять протягом семестру використовується 100-бальна шкала оцінювання кожного окремо виду робіт. Розрахунок набраних здобувачем вищої освіти балів за виконання завдань під час навчальних занять за семестр проводиться за формулою:

$$P_{НЗ} = (P_{В100} \times ВК_{В} + P_{УД100} \times ВК_{УД} + P_{ТЗ100} \times ВК_{ТЗ} + P_{ЗК100} \times ВК_{ЗК}) \times К_{НЗ}, \quad (1)$$

де  $P_{НЗ}$  – кількість набраних здобувачем вищої освіти балів за виконання завдань під час навчальних занять за семестр;

$P_{В100}$ ,  $P_{УД100}$ ,  $P_{ТЗ100}$ ,  $P_{ЗК100}$  – кількість набраних здобувачем вищої освіти балів за семестр відповідно за відповіді (виступи) на заняттях, за участь у дискусії, за виконання поточних тестових завдань, за виконання та захист завдань, кейсів (кожний окремо вид робіт на навчальних заняттях оцінюється за 100-бальною шкалою);

$ВК_{В}$ ,  $ВК_{УД}$ ,  $ВК_{ТЗ}$ ,  $ВК_{ЗК}$  – вагові коефіцієнти відповідно за відповіді (виступи) на заняттях, за участь у дискусії, за виконання поточних тестових завдань, за виконання та захист завдань, кейсів. Значення вагових коефіцієнтів становить:

$$ВК_{В} = 20 \div 80 = 0,25;$$

$$ВК_{УД} = 10 \div 80 = 0,125;$$

$$ВК_{ТЗ} = 30 \div 80 = 0,375;$$

$$ВК_{ЗК} = 20 \div 80 = 0,25;$$

$К_{НЗ}$  – коригувальний коефіцієнт. Значення коригувального коефіцієнту становить  $К_{НЗ} = 80 \div 100 = 0,8$ .

Якщо здобувач вищої освіти набрав за поточний контроль 60 балів або більше, він може погодити дану оцінку в електронному кабінеті і вона стане семестровою оцінкою за вивчення навчальної дисципліни.

Якщо здобувач вищої освіти під час вивчення навчальної дисципліни набрав 60 балів або більше і бажає покращити свій результат успішності, він проходить процедуру підсумкового контролю у формі заліку. За складання заліку здобувач вищої освіти може набрати 100 балів. Семестрова оцінка з навчальної дисципліни

|                            |   |         |               |   |
|----------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська<br>політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-22.06-<br>05.01/163.00.1/М/ОК9<br>-1-2024 |
|                            | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 18/ 15                                  |

формується за результатами підсумкового контролю.

Здобувач вищої освіти допускається до процедури підсумкового контролю у формі заліку, якщо за виконання завдань поточного контролю набрав 50 балів або більше.

Якщо здобувач вищої освіти за результатами поточного контролю набрав 35–49 балів, він отримує право за власною заявою повторно опанувати окремі теми (змістові модулі) навчальної дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми. Повторне вивчення окремих складових навчальної дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми, здійснюється у вільний від занять здобувача вищої освіти час.

Якщо здобувач вищої освіти за результатами поточного контролю набрав від 0 до 34 балів (включно), він вважається таким, що не виконав вимоги робочої програми навчальної дисципліни та має академічну заборгованість. Здобувач вищої освіти отримує право за власною заявою повторно опанувати навчальну дисципліну у наступному семестрі понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми.

Процедура надання додаткових освітніх послуг здобувачу вищої освіти з метою повторного вивчення навчальної дисципліни чи її окремих складових частин визначена у Положенні про надання додаткових освітніх послуг здобувачам вищої освіти в Державному університеті «Житомирська політехніка».

### **Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті**

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті в рамках окремих тем навчальної дисципліни, здійснюється викладачем за зверненням здобувача вищої освіти та представленням документів, які підтверджують результати навчання (сертифікати, свідоцтва, скріншоти тощо). Рішення про визнання та оцінка за відповідну частину освітнього компонента приймається викладачем за результатами співбесіди зі здобувачем вищої освіти.

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті в рамках цілого освітнього компонента, здійснюється за процедурою, яка визначена у Положенні про організацію освітнього процесу у Державному університеті «Житомирська політехніка».

|                         |   |         |               |   |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-22.06-<br>05.01/163.00.1/М/ОК9<br>-1-2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 18/16                                   |

## Шкала оцінювання

| Шкала ЄКТС | Національна шкала | 100-бальна шкала |
|------------|-------------------|------------------|
| A          | Зараховано        | 90-100           |
| B          | Зараховано        | 82-89            |
| C          |                   | 74-81            |
| D          | Зараховано        | 64-73            |
| E          |                   | 60-63            |
| FX         | Не зараховано     | 35-59            |
| F          | Не зараховано     | 0-34             |

## 11. Глосарій

| № з/п | Термін державною мовою  | Відповідник англійською мовою                               |
|-------|---|---|
| 1     | Аналіз частотної області  | Frequency domain analysis                                   |
| 2     | Аналоговий і цифровий фільтр  | Analog and digital filter                                   |
| 3     | Аналогово-цифрове перетворення  | Analog-to-digital conversion                                |
| 4     | Вейвлет   | Wavelet   |
| 5     | Датчик, сенсор  | Sensor  |
| 6     | Дискретизація   | Sampling  |
| 7     | Дискретне перетворення Фур'є  | Discrete Fourier transform, <i>DFT</i>                      |
| 8     | Експеримент   | Experiment  |
| 9     | Інтелектуальний капітал   | Signal filtering  |
| 10    | Інформація  | Information   |
| 11    | Квантування   | Quantization  |
| 12    | Контурна  | Contour analysis, phase planes                              |
| 13    | Компоненти радіо електроніка та контрольно-вимірювальні системи                           | Components of radio electronics and instrumentation systems |
| 14    | Метод дослідження   | Research method   |
| 15    | Методи обробки  | Processing methods  |
| 16    | Методи фільтрації   | Filtering techniques  |
| 17    | Моделювання   | Modelling   |
| 18    | Наука   | Science   |
| 19    | Одинична імпульсна функція (дельта-функція, $\delta$ -функція Дірака, діраківська дельта) | Unit impulse function (Dirac delta or Dirac's delta)        |
| 20    | Одинична ступінчата функція (функція Хевісайда)   | Unit step function (Heaviside step function)                |
| 21    | Обробка сигналу   | Signal processing   |
| 22    | Публікація  | Publication   |
| 23    | Регресійний аналіз  | Regression analysis   |
| 24    | Сигнал  | Signal  |



|                         |   |         |               |   |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-22.06-<br>05.01/163.00.1/М/ОК9<br>-1-2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 18/17                                   |

| № з/п | Термін державною мовою                | Відповідник англійською мовою             |
|-------|---------------------------------------|---|
| 25    | Системи медичної візуалізації         | Medical imaging systems                   |
| 26    | Синтез нерекурсивних фільтрів         | Finite impulse response, <i>FIR</i>       |
| 27    | Синтез рекурсивних фільтрів           | Infinite impulse response, <i>IIR</i>     |
| 28    | Співвідношення сигнал-квантування-шум | SQNR (signal to quantization noise ratio) |
| 29    | Теорія                                | Theory                                    |
| 30    | Факторний аналіз                      | Factor analysis                           |
| 31    | Функції передачі                      | Transfer functions                        |
| 32    | Цифрова обробка сигналу               | Digital signal processing, <i>DSP</i>     |
| 33    | Цифрові фільтри                       | Digital filter                            |
| 34    | Шум                                   | Noise                                     |
| 35    | Шуми в сигналі                        | Noise in the signal                       |

## 12. Рекомендована література

### Основна література

1. Коломієць Р.О., Нікітчук Т.М., Морозов Д.С. Отримання та обробка біосигналів: Навчальний посібник для студентів спеціальності 163 «Біомедична інженерія» [Електронний ресурс] / Р. О. Коломієць, Т. М. Нікітчук, Д. С. Морозов – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2024 – 294 с.

URL: <https://learn.ztu.edu.ua/course/view.php?id=4340>

2. Конспект лекцій з вивчення дисципліни «Обробка біомедичних зображень та реконструкція об'єктів» для студентів спеціальності 163 - Біомедична інженерія освітня програма Інтелектуальні штучні імпланти та медичні апарати в біоінженерії / Уклад. Л.Г. Коваль. – Вінниця : ВНТУ, 2020.

[https://bmi.vntu.edu.ua/bioart/program/OZ\\_lect.pdf](https://bmi.vntu.edu.ua/bioart/program/OZ_lect.pdf)

3. Основи та методи цифрової обробки сигналів: від теорії до практики: навч. посібник / уклад. : Ю.О. Ушенко, М.С. Гавриляк, М.В. Талах, В.В. Дворжак. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2021. – 308 с.

4. Lizhe Tan. Digital Signal Processing: Fundamentals and Applications 3rd Edition. - Academic Press; 3rd edition, 2018. – 920 p.

5. Рибальченко М.О. Цифрова обробка сигналів. Навчальний посібник. – Дніпро: НМетАУ, 2018. – 79 с.

### Допоміжна література

1. Терещенко М.Ф. Біофізика: підручник / М.Ф. Терещенко, Г.С. Тимчик, І. О. Яковенко. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2019. – 444с.

<https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/2a9b419b-9a5f-4c8f-938b-37dba127de47/content>

|                            |   |         |               |   |
|----------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська<br>політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-22.06-<br>05.01/163.00.1/М/ОК9<br>-1-2024 |
|                            | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 18/18                                   |

### 13. Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Сайт бібліотеки Державного університету «Житомирська політехніка». URL: <http://lib.ztu.edu.ua>.
2. Освітній портал Державного університету «Житомирська політехніка». URL: <http://learn.ztu.edu.ua>.
3. globalEDGE / Michigan State University. URL: <https://globaledge.msu.edu>.
4. Сайт Національної бібліотеки України ім. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua>.
5. Сервіс Google Академія. URL: <https://scholar.google.com.ua>.
6. Наукометрична база Scopus. URL: <https://www.scopus.com/search>