

<b>ЖДТУ</b>	<b>Міністерство освіти і науки України Житомирський державний технологічний університет</b>
-------------	---

Затверджено  
науково-методичною радою ЖДТУ  
протокол від «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. №\_\_

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**  
для самостійної роботи студентів  
з навчальної дисципліни  
**«МЕТРОЛОГІЯ»**

для студентів освітнього рівня «бакалавр»  
денної форми навчання  
спеціальностей 163 «Біомедична інженерія»,  
172 «Телекомунікації та радіотехніка»  
освітньо-професійні програми «Біомедична інженерія»,  
«Телекомунікації та радіотехніка»  
факультет інформаційно-комп'ютерних технологій  
кафедра біомедичної інженерії та телекомунікацій

Розглянуто і рекомендовано  
на засіданні кафедри  
біомедичної інженерії та  
телекомунікацій  
протокол від «28» серпня 2018 р. № 1

Розробник: к.т.н., доц., доцент Чухов В. В.

Житомир  
2018 – 2019 н. р.

Чухов В. В. Методичні рекомендації для самостійної роботи студентів з навчальної дисципліни «Метрологія» для студентів спеціальностей 163 «Біомедична інженерія», 172 «Телекомунікації та радіотехніка» – Житомир: ЖДТУ, 2018.– 11 с.

## **1. Мета та завдання навчальної дисципліни**

**Метою дисципліни** «Метрологія» є навчити студентів кваліфіковано вибирати та використовувати засоби вимірювальної техніки основних типів, обробляти результати вимірювань та застосовувати нормативні документи зі стандартизації при розробці, виробництві та експлуатації біомедичної, телекомунікаційної та радіотехнічної апаратури.

**Завданнями вивчення дисципліни** «Метрологія» є:

розвиток у студентів спеціальності 163 «Біомедична інженерія» навичок:

- застосування положень нормативно-технічних документів, що регламентують порядок проведення сертифікації продукції, атестації виробництва;

- здійснення контролю якості та умов експлуатації медичної техніки та матеріалів медичного призначення, штучних органів та протезів;

- вміння аналізувати рівень відповідності сучасним світовим стандартам, а також оцінювати рішення, які пропонуються для побудови нових або модернізації існуючих систем автоматизації, складати завдання на розробку автоматизованих систем управління з урахуванням можливостей сучасних технічних і програмних засобів автоматизації медичного обладнання;

розвиток у студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» навичок:

- застосування знань основ математики, фізики, інженерної графіки, механіки, опору та міцності матеріалів, компонентної бази, електроніки, інформатики, аналізу сигналів, автоматичного управління, системного аналізу та методів прийняття рішень;

– здійснення інженерного супроводу і технічного обслуговування при експлуатації лабораторно-аналітичної техніки, діагностичних комплексів та систем, проводити обробку діагностичної інформації, здійснювати сервісне обслуговування та оформляти типову документацію за видами робіт із урахуванням Європейських директив стосовно телекомунікаційної та радіотехніки.

Результатом вивчення дисципліни є:

набуття студентами спеціальності 163 «Біомедична інженерія» таких компетенцій:

– здатність спілкуватися державною та іноземною мовами як усно, так і письмово;

– здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології;

– здатність приймати обґрунтовані рішення;

– здатність забезпечувати інженерно-технічну експертизу в процесі планування, розробці, оцінці та специфікації медичного обладнання;

– здатність забезпечити, встановити випробувальне устаткування, що використовується в лікарнях і науково-дослідних інститутах і підтримується на оптимальному рівні функціонування, а також, контролювати і координувати ремонт;

– здатність обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для реалізації та контролю медичного обладнання;

набуття студентами спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» таких компетенцій:

– здатність вивчати нові методи та інструменти аналізу, моделювання, проектування та оптимізації;

- здатність розробляти, планувати і застосовувати математичні методи в аналізі, моделюванні функціонування телекомунікаційних та радіотехнічних пристроїв та систем;
- здатність проводити дослідження та спостереження щодо взаємодії телекомунікаційних та радіотехнічних пристроїв та систем.

## **2. Програма навчальної дисципліни**

### **Модуль 1**

#### **Введення до метрології.**

Загальна характеристика дисципліни. Її зв'язок з іншими дисциплінами. Історія розвитку метрології. Перспективи розвитку метрології. Розділи метрології та їх функції. Фізичні величини та вимірювання: основні поняття та визначення. Види та методи вимірювань. Планування та організація вимірювань.

#### **Засоби вимірювальної техніки.**

Види засобів вимірювальної техніки. Структурні схеми засобів вимірювань. Основні характеристики засобів вимірювань. Еквівалентна схема вхідного кола засобу вимірювань.

### **Модуль 2**

#### **Обробка результатів вимірювань.**

Характеристики якості вимірювань. Складові похибок вимірювань. Попередня обробка результатів вимірювань. Систематичні та випадкові похибки. Основні характеристики випадкових похибок. Основні етапи обробки результатів вимірювань. Обробка результатів прямих вимірювань. Обробка результатів опосередкованих вимірювань. Повірка засобів вимірювань.

### **Модуль 3**

### **Вимірювання струму та напруги.**

Особливості вимірювання струму та напруги. Параметри гармонічних і негармонічних сигналів. Електромеханічні амперметри та вольтметри. Вимірювання постійного струму та напруги. Вимірювання змінного струму та напруги. Розширення меж вимірювання струму та напруги. Електронні вольтметри.

### **Спостереження форми та вимірювання параметрів сигналу. Вимірювальні генератори**

Вимірювані параметри сигналів. Принцип роботи електронно-променевого осцилографа та цифрового осцилографів. Структурні схеми електронно-променевого та цифрового осцилографів, режими спостереження сигналів. Правила осцилографічних вимірювань. Вимірювальні генератори: призначення, види, основні метрологічні характеристики.

## **Модуль 4**

### **Вимірювання частоти.**

Методи вимірювання частоти. Особливості резонансних та гетеродинних частотомірів. Електронно-лічильні частотоміри.

### **Вимірювання параметрів компонентів кіл і пристроїв.**

Еквівалентні схеми лінійних пасивних двополюсників, їхні основні та паразитні параметри. Вимірювання активних опорів методом амперметра-вольтметра. Резонансний та мостовий методи вимірювання опорів, індуктивності та ємності.

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

Кредитні модулі	Змістовні модулі	Кількість годин				
		Всього	Лекції	Практичні	Лабораторні	Самостійна робота
№1	<b>Модуль 1</b>					
	Тема 1. Введення до метрології	6	4	0	0	2
	Тема 2. Засоби вимірювальної техніки	20	6	0	4	10
	<b>Разом змістовий модуль 1</b>	<b>26</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>12</b>
№2	<b>Модуль 2</b>					
	Тема 3. Обробка результатів вимірювань	24	6	0	4	14
	<b>Разом змістовий модуль 2</b>	<b>24</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>14</b>
№3	<b>Модуль 3</b>					
	Тема 4. Вимірювання струму та напруги	17	5	0	0	12
	Тема 5. Спостереження форми та вимірювання параметрів сигналу. Вимірювальні генератори	20	5	0	4	11
	<b>Разом змістовий модуль 3</b>	<b>37</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>25</b>
№4,5	<b>Модуль 4</b>					
	Тема 6. Вимірювання частоти	11	2	0	0	9
	Тема 7. Вимірювання параметрів компонентів кіл і пристроїв	22	4	0	4	14
	<b>Разом змістовий модуль 4</b>	<b>33</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>25</b>
<b>ВСЬОГО</b>		<b>120</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>72</b>

#### 4. Теми лабораторних занять

№	Назва теми	Кількість годин
1	Вимірювання напруги. Обробка результатів багаторазових вимірювань	4
2	Об'єднання результатів багаторазових вимірювань	4
3	Електронно-променеві осцилографи. Зняття осцилограм	4
4	Вимірювання активного електричного опору	4
Разом		16

#### 5. Завдання для самостійної роботи

№	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Опрацювання лекційного матеріалу	2
2	Тема 2. Опрацювання лекційного матеріалу	4
3	Підготовка до лабораторної роботи №1	3
4	Підготовка до КМР №1	4
5	Тема 3. Опрацювання лекційного матеріалу	6
6	Питання для самостійного вивчення у темі 3: Еталони одиниць фізичних величин [3, с. 88-93], [2, с. 53-60], [5, с. 11-18]	2
7	Підготовка до лабораторної роботи №2	3
8	Підготовка до КМР №2	4
9	Тема 4. Опрацювання лекційного матеріалу	6
10	Питання для самостійного вивчення у темі 4: Умовні позначення на шкалах електромеханічних приладів [5, с. 305-307], [2, с. 183-184].	2
11	Тема 5. Опрацювання лекційного матеріалу	6
12	Підготовка до лабораторної роботи №3	3
13	Підготовка до КМР №3	4



14	Тема 6. Опрацювання лекційного матеріалу	3
15	Тема 7. Опрацювання лекційного матеріалу	7
16	Питання для самостійного вивчення у темі 7: Електричні омметри [5, с. 253-254]. Вимірювання амплітудно-частотних характеристик чотириполосників [5, с. 270-271].	4
17	Підготовка до лабораторної роботи №4	3
18	Підготовка до КМР №4	4
	Разом	72

### 6. Схема нарахування балів

Загальна кількість балів за якими оцінюється вся поточна робота розподіляється між об'єктами контролю таким чином:

- виконання та захист звітів з 4 лабораторних робіт 32 бали;
- 4 письмові контрольні модульні роботи 64 бали;
- відвідування лекційних занять 4 бали;
- Разом 100 балів.

Мінімум балів при яких студент допускається до екзамену – 60 балів.

Підсумкову оцінку студент отримує за загальною сумою балів згідно таблиці:

Сума балів	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	A	відмінно
82 – 89	B	добре
74 – 81	C	
64 – 73	D	задовільно
60 – 63	E	
35 – 59	FX	

1 – 34	F	незадовільно
--------	---	--------------

### ***Основна література***

1. Яненко О. П., Чухов В. В. Метрологія медичної та біологічної апаратури. – Житомир : ЖДТУ, 2015. – 286 с.
2. Метрологія та вимірювальна техніка: Підручник / Поліщук Є. С., Дорожовець М. М., Яцук В. О. та ін. – Львів: Бескид Біт, 2003. – 544 с.
3. Головка Д. Б., Рего К. Г., Скрипник Ю. О. Основи метрології та вимірювань. – К.: Либідь, 2001. – 408 с.
4. Топольник В. Г., Котляр М. А. Метрологія, стандартизація, сертифікація і управління якістю: Навч. Посібник / В. Г. Топольник, М. А. Котляр. – Львів: „Магнолія–2006”, 2017. – 216 с.
5. Коваленко І. О., Коваль А. М. Метрологія та вимірювальна техніка. – Житомир: ЖІТІ, 2001. – 652 с.

### ***Допоміжна література***

1. Кончаловский В. Ю. Цифровые измерительные устройства. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 304 с.
2. Кушнир Ф. В. Электрорадиоизмерения. – Л.: Энергоатомиздат, 1983. – 320с.
3. Тойберт П. Оценка точности результатов измерений. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 88 с.

### ***Інформаційні ресурси в Інтернеті***

1. [www.me.gov.ua](http://www.me.gov.ua) – Міністерство економічного розвитку і торгівлі України.
2. [www.moz.gov.ua](http://www.moz.gov.ua) – Міністерство охорони здоров'я України.
3. [www.medforum.in.ua](http://www.medforum.in.ua) – Міжнародний медичний форум.

4. [www.uas.org.ua](http://www.uas.org.ua) – Українське агентство стандартизації.
5. [www.iso.org](http://www.iso.org) – Міжнародна організація зі стандартизації.
6. [www.iec.ch](http://www.iec.ch) – Міжнародна електротехнічна комісія.
7. [www.cen.eu](http://www.cen.eu) – Європейський комітет стандартизації.
8. [www.cenelec.org](http://www.cenelec.org) – Європейський комітет стандартизації в області електротехніки.
9. [www.leonorm.com.ua](http://www.leonorm.com.ua) – Науково-інформаційний центр „Леонорм”.
10. [www.lmt.kiev.ua](http://www.lmt.kiev.ua) – Лабораторія маркетингових технологій.
11. [www.omdc.zhitomir.ua](http://www.omdc.zhitomir.ua) – Житомирський обласний медичний консультативно-діагностичний центр.
12. [www.asklepiy.com](http://www.asklepiy.com) – медичний центр „Асклепій”.
13. [www.nbuiv.gov.ua](http://www.nbuiv.gov.ua) – Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського.
14. [www.lib.zt.ua](http://www.lib.zt.ua) – Житомирська обласна універсальна наукова бібліотека ім. Олега Ольжича.
15. [lib.ztu.edu.ua](http://lib.ztu.edu.ua) – бібліотека Житомирського державного технологічного університету.