

Міністерство освіти і науки України  
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра Інтелектуальних вимірювальних систем та інженерії якості (№ 303)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Гарант освітньої програми

  
(підпис) С.Б. Кочук  
(ініціали та прізвище)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**«ОСНОВИ МЕТРОЛОГІЇ»**  
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 17 “Електроніка, автоматизація та електронні комунікації”  
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 174 “Автоматизація, комп’ютерно-інтегровані технології та робототехніка»  
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: “Комп’ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва”  
(найменування освітньої програми)

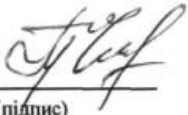
**Форма навчання: денна**

**Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)**

**Харків 2023 рік**

Розробник: Тамара ЧЕБИКІНА, старший викладач каф. 303

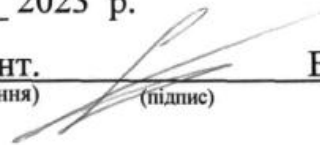
(ім'я та прізвище, посада, науковий ступінь та вчене звання)

  
(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри Інтелектуальних вимірювальних систем та інженерії якості (№ 303)

Протокол № 1 від «24» 08 2023 р.

Завідувач кафедри канд. техн наук, доцент.  
(науковий ступінь та вчене звання)



Віталій СІРОКЛИН  
(ім'я та прізвище)

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 4	<p><b>Галузь знань</b> <u>17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»</u> (шифр та найменування)</p> <p><b>Спеціальність</b> <u>174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»</u> (код та найменування)</p> <p><b>Освітня програма:</b> <u>«Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва»</u> (найменування)</p> <p><b>Рівень вищої освіти:</b> <u>перший (бакалаврський)</u></p>	Обов'язкова
Кількість модулів – 2		<b>Навчальний рік</b>
Кількість змістовних модулів – 3		2023/2024
Загальна кількість годин – 56 <sup>1)</sup> /120		<b>Семестр</b>
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3,5 самостійної роботи здобувача – 4,0		2-й
		<b>Лекції<sup>1)</sup></b>
	24 годин	
	<b>Практичні, семінарські<sup>1)</sup></b>	
	16 годин	
	<b>Лабораторні<sup>1)</sup></b>	
	16 годин	
	<b>Самостійна робота</b>	
	64 годин	
	<b>Вид контролю</b>	
	модульний контроль, залік	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:  $56/64 = 0,87$ .

<sup>1)</sup> Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

### 1. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета вивчення:** набуття досвіду отримання кількісної та якісної інформації про властивості фізичних об'єктів та процесів, встановлення та застосування наукових та організаційних основ, правил та норм, необхідних для досягнення єдності та достатньої точності.

**Завдання:** поглиблення навичок вивчення метрології як науки про вимірювання, методи та засоби забезпечення єдності вимірювань та способів досягнення потрібної точності.

#### Компетентності, які набуваються:

Загальні.

ЗК1: Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.

ЗК2: Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК5: Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК6: Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК7: Здатність працювати у команді.

ЗК9: Навички здійснення безпечної діяльності.

### **Фахові.**

ФК1. Здатність застосовувати відповідні математичні, наукові і технічні методи, а також комп'ютерне програмне забезпечення для аналізу і синтезу систем автоматизації.

ФК5. Здатність обґрунтовувати вибір технічних засобів автоматизації на основі розуміння принципів їх роботи, аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик; налагоджувати та експлуатувати системи автоматизації.

ФК8. Здатність проектування систем автоматизації з урахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів.

### **Програмні результати навчання:**

ПРН10: Знати та вміти використовувати зміст і правила оформлення проектних матеріалів, склад проектної документації та послідовність виконання проектних робіт з врахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів.

### **Очікувані результати навчання:**

#### **Здобувач повинен знати:**

- основні поняття, терміни та визначення в області практичної метрології;
- фізичні величини та їх одиниці вимірювання;
- міжнародну систему одиниць СІ і принципи її побудови;
- структурні елементи вимірювання та їх характеристики;
- стислі свідчення про організацію і метрологічне забезпечення процесу вимірювання;
- принципи і методи вимірювань в об'ємі, достатньому для подальшого використання в наступних дисциплінах;
- основні положення теорії похибок;
- види і джерела виникнення похибок;
- класифікацію засобів вимірювань, їх метрологічні характеристики (МХ), принципи нормування МХ засобів вимірювальної техніки (ЗВТ), умови експлуатації ЗВТ;
- класичні методики опрацювання даних фізичних експериментів;

#### **вміти:**

- правильно провести процес вимірювання;
- обґрунтовано обирати метод вимірювання;
- записувати результати вимірювань в прийнятій формі, позначенні, розмірності;
- обирати та застосовувати засоби вимірювань для вирішення вимірювальної задачі з необхідною точністю та достовірністю;
- застосовувати методики опрацювання результатів одноразових та багаторазових вимірювань;
- використовувати статистичні дані та довідкові матеріали;

– застосовувати необхідні пакети прикладних програм для автоматизації обчислень.

**Перереквізити:** дисципліна «Основи метрології» пов'язана з дисциплінами «Фізика», «Вища математика», «Вступ до фаху», «Алгоритмізація та програмування».

**Кореквізити:** «Фізика», «Вища математика».

### **3. Зміст навчальної дисципліни**

#### **Модуль 1.**

#### **Змістовний модуль 1. Фізичні величини. Вимірювання величин**

##### **Тема 1. Основні терміни та визначення в області метрології**

Предмет вивчення і задачі дисципліни. Основні етапи розвитку науки метрології. Основні положення, терміни і визначення. Роль метрології в питаннях якості продукції, прикладний характер метрології.

##### **Тема 2. Фізичні величини (ФВ) та одиниці їх вимірювання**

ФВ та їх одиниці. Розмір, значення, розмірність ФВ. Класифікація ФВ. Система ФВ. Система одиниць ФВ. Розмірності ФВ. Принципи побудови системи одиниць. Міжнародна система одиниць SI, її достоїнності. Перевод розмірностей. Вимірювальні шкали. Шкали найменувань, порядку, інтервалів, відношень. Приклади і порівняння за властивостями різних видів шкал.

##### **Тема 3. Вимірювання ФВ**

Вимірювання – процес отримання достовірної інформації. Суттєвість, основні характеристики і аспекти вимірювань. Структурні елементи вимірювання: ціль, об'єкт, його модель, величина, що підлягає вимірюванню, апріорна інформація, засіб вимірювання, результат і похибка вимірювання.

##### **Тема 4. Класифікація вимірювань**

Повна класифікація типів вимірювань: за характеристикою точності, за кількістю, за відношенням до зміни вимірюємої величини, за призначенням, згідно вираження результату вимірювання, за різновидами вимірювань. Стисла характеристика і приклади типів вимірювань.

##### **Тема 5. Методи вимірювань**

Поняття принципу і методу вимірювання. Класифікація методів і їх стисла характеристика. Метод безпосередньої оцінки, метод порівняння з мірою і його різновиди (нульовий, заміщенням – повним і неповним, доповненням, співпадінням, диференційний). Приклади та схеми реалізації методів.

##### **Тема 6. Засоби вимірювань (ЗВ)**

Повна класифікація засобів вимірювань (ЗВ): міри, вимірювальні перетворювачі/давачі, вимірювальні прилади, вимірювальні установки, системи, комплекси. Визначення, стисла типова узагальнююча характеристика видів ЗВ, їх властивості. Метрологічна суттєвість ЗВ. Ознайомлювальні свідчення про еталони, їх характеристики і вимоги до них.

##### **Тема 7. Метрологічні характеристики (МХ) ЗВ**

Типова однаковість ЗВ. Нормування МХ ЗВ і принципи, що покладено в основу нормування. Узагальнена номенклатура показників нормуємих МХ. Способи нормування і форми подання МХ.

### **Модульний контроль**

## **Змістовний модуль 2. Похибки вимірювань**

### **Тема 8. Похибки вимірювань ФВ**

Види, класифікація і стисла характеристика похибок вимірювань: систематичних, випадкових, промахів. Джерела похибок та чинники, що впливають на результат вимірювання. Методи зменшення значень систематичних і випадкових похибок, критерії виявлення промахів. Стислі відомості про організацію експерименту з метою зменшення похибок результату.

### **Тема 9. Систематичні похибки вимірювань**

Різновиди та характеристика систематичних похибок, приклади. Способи їх зменшення до, в процесі та після вимірювань.

### **Тема 10. Інструментальні похибки вимірювань**

Класифікація груп інструментальних похибок, їх стисла характеристика, приклади. Класи точності ЗВ, вимоги до них, стандартизація і нормування характеристик ЗВ. Характеристики точності ЗВ. Способи встановлення меж допустимих похибок ЗВ. Позначення класів точності.

### **Тема 11. Випадкові похибки**

Опис випадкових похибок за допомогою методів математичної статистики. Основні поняття, визначення та характеристики опису випадкових величин: генеральної сукупності, вибірки, довірчої вірогідності, рівня значимості.

### **Модульний контроль**

## **Модуль 2. Опрацювання результатів вимірювань**

### **Тема 12. Розподіл випадкових величин**

Функції розподілення випадкових величин: інтегральна та диференціальна. Моменти розподілу: математичне очікування, дисперсія, асиметрія, ексцес. Точкові та довірчі оцінки. Властивості точкових оцінок: спроможність, незміщенність, ефективність. Оцінка параметрів за допомогою інтервалів. Принцип найбільшої правдоподібності. Нормальний закон розподілення.

### **Тема 13. Опрацювання результатів прямих багаторазових вимірювань**

Класична методика обробки результатів багаторазових вимірювань. Критерії виявлення промахів: Смирнова, Граббса, «трьох сигм». Подання результатів багаторазових вимірювань.

### **Тема 14. Опрацювання результатів декількох рядів вимірювань**

Критерії згоди при перевірці оцінок декількох рядів на однорідність (однаковість), однаковість за розсіяністю, незалежність (або кореляцію), суттєвість кореляційного зв'язку. Алгоритм виправлення результатів неоднорідних серій. Оцінювання усередненого зваженого значення. Визначення результату обробки декількох серій вимірювань. Приклади практичного застосування даної методики.

### Тема 15. Опрацювання результатів опосередкованих вимірювань

Умови отримання опосередкованих вимірювань. Визначення оцінки дійсного значення і похибок опосередкованих вимірювань. Особливості обробки результатів за лінійною і нелінійною функціональною залежністю. Врахування кореляційного зв'язку аргументів при визначенні оцінки похибки опосередкованої величини. Подання результату опосередкованого вимірювання.

### Тема 16. Сукупні і сумісні вимірювання. Метод найменших квадратів

Отримання оцінок дійсних значень параметрів функціональних залежностей за результатами сукупних і сумісних вимірювань. Застосування методу найменших квадратів, оцінювання точності результатів вимірювань. Критерій мінімізації похибок, постулат Лежандра. Визначення результату сукупних або сумісних вимірювань. Приклади практичного застосування сукупних та сумісних вимірювань.

### Модульний контроль

## 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с.р.
1	2	3	4	5	6
<b>Модуль 1</b>					
<b>Змістовний модуль 1. Фізичні величини. Вимірювання величин</b>					
Тема 1. Основні терміни та визначення	5	1	-	-	4
Тема 2. Фізичні величини (ФВ). Одиниці вимірювання ФВ.	6	1	1	-	4
Тема 4. Класифікація вимірювань	6	1	1	-	4
Тема 5. Методи вимірювань	6	1	1	-	4
Тема 6. Засоби вимірювань (ЗВ)	6	1	1	-	4
Тема 7. Метрологічні характеристики ЗВ	6	1	1	-	4
<b>Модульний контроль</b>	<b>1</b>	-	<b>1</b>	-	-
<b>Разом за змістовним модулем 1</b>	<b>36</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	-	<b>24</b>
Тема 8. Похибки вимірювань ФВ	7	3	-	-	4
Тема 9. Систематичні похибки вимірювань	9	1	3	-	5
Тема 10. Інструментальні похибки вимірювань	10	2	3	-	5
Тема 11. Випадкові похибки	8	2	2	-	4
<b>Модульний контроль</b>	<b>2</b>	-	<b>2</b>	-	-
<b>Разом за змістовним модулем 2</b>	<b>36</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	-	<b>18</b>
<b>Разом за модулем 1</b>	<b>72</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	-	<b>42</b>
Тема 12. Розподіл випадкових величин	6	2	-	-	4
Тема 13. Опрацювання результатів прямих багаторазових вимірювань	8	2	-	2	4
Тема 14. Опрацювання результатів декількох рядів вимірювань	10	2	-	4	4

1	2	3	4	5	6
Тема 15. Опрацювання результатів опосередкованих вимірювань	10	2	-	4	4
Тема 16. Сукупні і сумісні вимірювання. Метод найменших квадратів	12	2	-	4	6
<b>Модульний контроль</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>
<b>Разом за модулем 2</b>	<b>48</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>22</b>
<b>Всього з дисципліни</b>	<b>120</b>	<b>24</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>64</b>

### 5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розрахунок основних похибок результатів прямих одноразових вимірювань	2
2	Розрахунок додаткових похибок результатів прямих одноразових вимірювань	2
3	Розрахунок методичних похибок	2
4	Розрахунок похибок опосередкованих одноразових вимірювань	2
5	Опрацювання результатів прямих багаторазових вимірювань	2
6	Опрацювання результатів декількох рядів прямих багаторазових вимірювань	2
7	Опрацювання результатів багаторазових опосередкованих вимірювань	2
8	Розрахунок характеристики перетворення вимірювального перетворювача методом найменших квадратів	2
	<b>Разом</b>	<b>16</b>

### 7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вимірювання і опрацювання результатів прямих багаторазових рівних за точністю вимірювань	2
2	Вимірювання і опрацювання результатів декількох рядів вимірювань нерівних за точністю	4
3	Вимірювання і опрацювання результатів опосередкованих багаторазових вимірювань	4
4	Вимірювання і опрацювання результатів сукупних багаторазових вимірювань	4
5	Модульний контроль	2
	<b>Разом</b>	<b>16</b>



## 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1	Засвоєння лекційного матеріалу, рішення задач (поточні домашні завдання), підготовка і розрахунки з лабораторних робіт.	28
2	Історія розвитку метрології як області практичної діяльності і науки. Загальні відомості про метрологію.	2
3	Вимірювальна інформація. Вимірювальний сигнал. Перетворення вимірювальної інформації.	2
4	Планування та організація вимірювань.	4
5	Еталони одиниць фізичних величин.	4
6	Структурні схеми ЗВ. Характеристики ЗВТ різного призначення.	4
7	Додаткові похибки, які виникають при порушеннях експлуатаційних умов використання ЗВ.	4
8	Вивчення ДСТУ Б А.2.4-4-99 (СПДС) Основні вимоги до проектної та робочої документації. ДСТУ Б А.2.4-3-95 (СПДС) Правила виконання робочої документації автоматизації технологічних процесів. ГОСТ 21.404-85 (СПДС) Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.	8
9	Використання моделей похибок для оцінки метрологічної надійності приладів. Оцінка характеристик моделей похибок за результатами експериментів.	8
	<b>Разом</b>	<b>64</b>

## 9. Індивідуальні завдання

Не передбачено.

## 10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, лабораторних робіт, консультацій за розкладом кафедри, за необхідністю - індивідуальні консультації, самостійна робота здобувачів - за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники) або за літературними та інтернет - джерелами.

## 11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, контроль лабораторних робіт, фінальний контроль у вигляді іспиту.

## 12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<b>Змістовний модуль 1</b>			
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...5	3	0...15
Модульний контроль	0...10	1	0...10
<b>Змістовний модуль 2</b>			
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...5	5	0...25
Модульний контроль	0...10	1	0...10
<b>Змістовний модуль 3</b>			
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...5	4	0...20
Модульний контроль	0...20	1	0...20
<b>Усього за семестр</b>			<b>0...100</b>

Білет для заліку складається з 2-х питань: теоретичного запитання за тематикою лекційного матеріалу і задачі. За повну правильну відповідь на два запитання здобувач отримує по 50 балів.

Приклад №1. 1. Теоретичне питання. Технічні та метрологічні характеристики засобів вимірювань та контролю. – 50 балів.

2. Задача. Визначити значення абсолютної, відносної та наведеної похибок вимірювання напруги мілівольтметром класу 0,25/1,0 з межами вимірювання від - 100 мВ до + 100 мВ, якщо результат відліку дорівнює 45,5 мА. – 50 балів.

Приклад №2. 1. Теоретичне питання. Заходи з організації вимірювального експерименту з метою зменшення похибок результатів випробувань. – 50 балів.

2. Задача. При повірці аналогового вольтметра методом порівняння в точках шкали діапазону вимірювання: 0; 2; 4; 6; 8; 10 В були отримано такі значення відліку еталонного вольтметра: -0,04; 1,97; 3,99; 6,03; 8,04; 10,04 В. Визначити клас точности вольтметра за результатами повірки. – 50 балів.

Приклад №3. 1. Теоретичне питання. Врахування кореляційного зв'язку аргументів при визначенні оцінки похибки опосередкованої величини. – 50 балів

2. Задача. При здійсненні повірки однозначної міри опору (котушки опору) номінального значення 100 Ом за допомогою моста

постійного струму отримано значення  $R_x = 101,05$  Ом. Похибка моста оцінюється за формулою:  $\delta_x = \pm (0,01 + 0,025/R_x) \%$ . Визначити абсолютну похибку вимірювання опору (похибка результату вимірювання) та клас точності котушки опору (клас точності міри). – 50 балів.

### Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

**Задовільно (60-74).** Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати всі теми практичних занять. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи. Вміти самостійно застосовувати формули для розрахунку похибок вимірювань. Знати і застосовувати методи вимірювань та способи зменшення систематичних і випадкових похибок.

**Добре (75-89).** Твердо мати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Здати тестування та поза аудиторну самостійну роботу. Знати та правильно обирати методики опрацювання результатів вимірювання, вміти застосовувати критерії оцінювання промахів, центральних моментів розподілу випадкових величин, вміти обчислювати частинні похідні опосередкованих вимірювань.

**Відмінно (90-100).** В повному обсязі знати основний та додатковий матеріал. Здати всі теми, контрольні і лабораторні роботи, тестові завдання та модулі на «відмінно». Вільно володіти термінами та визначеннями в області метрології, орієнтуватися у підручниках та посібниках. Досконально знати і вміти правильно самостійно застосовувати методики опрацювання результатів вимірювань.

### Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90-100	відмінно	зараховано
75-89	добре	
60-74	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

### 13. Методичне забезпечення

1. Чебикіна Т.В. Основи метрології: Робоча програма, методичні рекомендації з проведення практичних занять, тестові завдання, модульні роботи, контрольні питання. – Харків, ХАІ, 2018– 2023 (електронний варіант).

2. Науменко А. М., Чебыкина Т. В. Методы обработки результатов экспериментов. Метод. указания к выполнению лабораторных работ. Х.: ХАИ, 2003.

3. Науменко А. М., Улитенко В. П. Определение погрешностей технических измерений. – Харьков, 1982.

#### **14. Рекомендована література Базова**

1. Жихарев В.М., Павлишин Р.Є. Основи метрології та стандартизації. Цикл лекційних і практичних занять. Навчально-методичний посібник. – Ужгород: ТОВ “РІК-У”, 2020. – 280 с. ISBN 978-617-7868-31-5.

2. Метрологія та вимірювальна техніка: підручник/Є.С. Поліщук, М.М. Дорожовець, В.О. Яцук, В.М. Ванько, Т.Г. Бойко; за ред. проф. Є.С. Поліщука. – 2-ге вид., доп. та переробл. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012.

3. Основи метрології: навчальний посібник/автори.: І.В. Солтис, О.В. Деревянчук. - Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2021, 152 с.

4. Основи метрології: [Електронний ресурс]: навч. посіб. / В. У. Ігнаткін, О. В. Томашевський, В. М. Матюшин. Електрон. дані. – Запоріжжя : Запорізький національний технічний університет, 2017. 1 електрон. опт. диск (DVD-ROM); 12 см. – Назва з тит. екрана. ISBN 978-617-529-205-1

#### **Допоміжна**

1. Володарський Є.Т., Кухарчук В.В., Поджаренко В.О., Сердюк Г.Б. Метрологічне забезпечення вимірювань і контролю/ Є.Т. Володарський. – Вінниця: ВДТУ, 2001.

2. ДСТУ ISO 10012:2005 Системи керування вимірюванням. Вимоги до процесів вимірювання та вимірювального обладнання (ISO 10012:2005, IDT) – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 19 с.

3. ДСТУ Б А.2.4-4-99 (СПДС) Основні вимоги до проектної та робочої документації. К.: Держспоживстандарт України, 1995.

4. ДСТУ Б А2.4-3-95 (СПДС) Правила виконання робочої документації автоматизації технологічних процесів. К.: Держспоживстандарт України, 1995.

5. ДСТУ 2681-94. Метрологія. Терміни та визначення. К.: Держспоживстандарт України, 1994.

#### **15. Інформаційні ресурси**

1.  
[https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D0%B8%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F\\_%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F;](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D0%B8%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F;)

2.  
<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F>

3.

<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F%D0%B2%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%87%D0%B8%D0%BD%D0%B0>

4. [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?Z21ID=&I21DBN=EC&P21DBN=EC&S21STN=1&S21REF=I0&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=A=&S21COLORTERMS=1&S21STR=%D0%A0%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%B5%D0%B2%20%D0%93\\$](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=EC&P21DBN=EC&S21STN=1&S21REF=I0&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=A=&S21COLORTERMS=1&S21STR=%D0%A0%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%B5%D0%B2%20%D0%93$)