

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

Кафедра Інтелектуальних вимірювальних систем та інженерії якості (№ 303)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова НМК 2

 Д.М. Крицький
(підпис) (ініціали та прізвище)

«_____» _____ 2022 р.

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

Галузі знань: : 15 «Автоматизація та приладобудування»
17 «Електроніка та телекомунікації»
27 «Транспорт»
(шифри і найменування галузей знань)

Спеціальності: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»,
173 «Авіоніка»
272 «Авіаційний транспорт»
(код та найменування спеціальностей)

Освітні програми: «Інженерія мобільних додатків»,
«Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів»
«Інтелектуальні транспортні системи»
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2022 рік

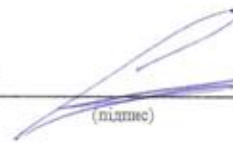
Розробник: Чебікіна Т. В., старший викладач каф. 303
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

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

Протокол №1 від « 27 » 08 2022 р.

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


(підпис)

В.П. Сіроклин
(ініціали та прізвище)

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 5,5	Галузі знань: <u>15 «Автоматизація та приладобудування»</u> <u>17 «Електроніка та телекомунікації»</u> <u>27 «Транспорт»</u> (шифр та найменування) Спеціальності: <u>151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», 173 «Авіоніка», 272 «Авіаційний транспорт»</u> (код та найменування) Освітні програми: <u>«Інженерія мобільних додатків», «Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів», «Інтелектуальні транспортні системи»</u> (найменування) Рівень вищої освіти: <u>перший (бакалаврський)</u>	Обов'язкова
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 3		2022/2023
Загальна кількість годин – 56 ¹⁾ /165		Семестр
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3,5 самостійної роботи здобувача – 6,8		2-й
		Лекції¹⁾
		24 годин
		Практичні, семінарські¹⁾
		16 годин
		Лабораторні¹⁾
	16 годин	
	Самостійна робота	
	109 годин	
	Вид контролю	
	Модульний контроль, залік	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: $56/109 = 0,51$.

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

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: дати знання про методи і засоби забезпечення єдності вимірювань і досягнення точності вимірювань, що обумовлена вимогами вимірювальної задачі, способи одержання достовірної та надійної інформації, похибки вимірювань та засобів вимірювань та ознайомити з методиками опрацювання результатів вимірювань.

Завдання: засвоїти фізичні і теоретичні основи вимірювань, принципи і методи вимірювань, метрологічні характеристики засобів вимірювальної техніки

та способи їх нормування, вимоги до оцінок вимірюємої величини, методики розрахунку похибок результатів вимірювань.

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.

Компетентності, які набуваються:

ЗК1. Здатність застосовувати отримані знання в практичних ситуаціях.

ЗК1-1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності..

ЗК4. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК4-1. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК7. Здатність працювати в команді.

ЗК8. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК10. Здатність діяти відповідально та свідомо.

ФК1. Здатність застосовувати знання математики в обсязі, необхідному для використання, математичних методів для аналізу і синтезу систем автоматизації.

ФК1-1. Вміння використовувати базові знання, основані на національних, європейських та міжнародних нормативно-правових актах в галузі систем аеронавігаційного обслуговування авіаційного транспорту з метою постійного вдосконалення своєї професійної діяльності.

ФК3. Здатність реалізовувати та використовувати апаратні та програмно-алгоритмічні засоби щодо збільшення точності та надійності систем управління та інших якостей ЛА.

ФК5. Здатність обґрунтовувати вибір технічних засобів автоматизації із застосуванням систем технічного зору на основі розуміння принципів їх роботи, аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до систем автоматизації і експлуатаційних вимог, налагоджувати технічні засоби автоматизації та систем керування.

ФК6. Здатність математично описувати і моделювати фізичні процеси в системах керування літальними апаратами.

ФК8. Здатність проектувати системи автоматизації із застосуванням систем технічного зору з урахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів.

ФК9. Здатність оцінювати технічні і економічні характеристики систем та пристроїв авіоніки.

Очікувані результати навчання:

Вміти застосовувати знання про основні принципи та методи вимірювання фізичних величин і основних технологічних параметрів для обґрунтування вибору засобів вимірювання та оцінювання їх метрологічних характеристик.

Пререквізити: 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 достоїнств. 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, незміщеність, 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
Модуль 1					
Змістовний модуль 1. Фізичні величини. Вимірювання величин					
Тема 1. Основні терміни та визначення	5	1	-	-	4

Тема 2. Фізичні величини (ФВ). Одиниці вимірювання ФВ.	6	1	1	-	4
1	2	3	4	5	6
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
Модульний контроль	1	-	1	-	-
Разом за змістовним модулем 1	36	6	6	-	24
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
Модульний контроль	2	-	2	-	-
Разом за змістовним модулем 2	36	8	10	-	18
Разом за модулем 1	72	14	16	-	42
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
Тема 15. Опрацювання результатів опосередкованих вимірювань	10	2	-	4	4
Тема 16. Сукупні і сумісні вимірювання. Метод найменших квадратів	12	2	-	4	6
Модульний контроль	2	-	-	2	-
Разом за модулем 2	48	10	-	16	22
Всього з дисципліни	120	24	16	16	64

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
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	2

	вимірювань	
6	Опрацювання результатів декількох рядів прямих багаторазових вимірювань	2
1	2	3
7	Опрацювання результатів багаторазових опосередкованих вимірювань	2
8	Розрахунок характеристики перетворення вимірювального перетворювача методом найменших квадратів	2
	Разом	16

6. 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
	Разом	16

7. 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, підготовка до модульного контролю.	56
2	Історія розвитку метрології як області практичної діяльності і науки. Загальні відомості про метрологію.	4
3	Історичний розвиток різноманітних систем одиниць. Префікси для утворення десяткових кратних і частинних одиниць.	4
4	Вимірювальна інформація. Вимірювальний сигнал. Перетворення вимірювальної інформації.	4
5	Планування та організація вимірювань.	6
6	Еталони одиниць фізичних величин.	10

7	Структурні схеми ЗВ. Характеристики ЗВТ різного призначення.	6
8	Метрологічний контроль і нагляд за ЗВТ.	4
1	2	3
9	Додаткові похибки, які виникають при порушеннях експлуатаційних умов використання ЗВ.	6
10	Ознайомлення з деякими типовими розподілами випадкових величин, які відрізняються від закону Гауса, – двозначний дискретний, арксинусоїдальний, рівномірний, трикутний, трапеціїдальний.	10
	Разом	109

8. Методи навчання

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

9. Методи контролю

Проведення поточного контролю, поточних домашніх завдань по практиці, письмового модульного контролю, контроль лабораторних робіт, фінальний контроль у вигляді заліку.

10. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	3	0...3
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	3...5	3	9...15
Модульний контроль	5...7	1	5...7
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	4	0...4
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	3...5	5	15...25
Модульний контроль	5...7	1	5...7
Змістовний модуль 3			

Робота на лекціях	0...1	5	0...5
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	3...5	4	12...20
Модульний контроль	14...14	1	14...14
Усього за семестр			60...100

Білет для заліку складається з 2-х питань: теоретичного запитання за тематикою лекційного матеріалу і задачі.

Приклад №1: 1. Теоретичне питання. Способи нормування і форми подання МХ. – 50 балів.

2. Задача. Визначити, який з двох вольтметрів, що мають однакові границі вимірювань 10 В, забезпечить найменшу похибку при вимірюванні напруги 3 В, якщо клас точності першого приладу – 0,5/1,5, а другого – 1,0. – 50 балів.

Приклад №2: 1. Теоретичне питання. Додаткові похибки, які виникають при порушеннях експлуатаційних умов для засобів вимірювань. – 50 балів.

2. Задача. При вимірюванні сили струму міліамперметром, максимальне значення шкали котрого дорівнює 250 поділкам на межі виміру 100мА, відлік склав 182 поділки. Визначити: результат вимірювання в одиницях сили струму, основні абсолютну, відносну та наведену похибки. Клас точності міліамперметру 2,5. – 50 балів.

Приклад №3: 1. Теоретичне питання. Класифікація та узагальнююча характеристика вимірювальних перетворювачей/давачей. – 50 балів.

2. Задача. Визначити складові похибки вимірювання сили струму за допомогою амперметру класа 1,0 з межами виміру -0,5 А...+0,5 А. Відлік приладу склав 0,36 А при таких умовах середовища: температура + 9,5 °С, атмосферний тиск 735 мм рт ст, вологість 89 %. Оцінити сумарну відносну похибку результату вимірювання. – 50 балів.

Під час складання семестрового заліку здобувач має можливість отримати максимум 100 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

11. 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– 2020 (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.

12. Рекомендована література

Базова

1. Бурдун Г. Д., Марков Б. Н. Основы метрологии. — М.: Издательство стандартов, 1972. — 312 с.

2. Грановский В. А., Сирая Т. Н. Методы обработки экспериментальных данных при измерениях. Л.: Энергоатомиздат, 1990.

3. Кузнецов В. А., Ялунина Г. В. Метрология: теоретические, прикладные и законодательные основы. – Москва: ИПК изд-во стандартов, 1998.

4. 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.

5. Новиков Г.А. Основы метрологии: учебное пособие/ Г.А. Новиков. – Ульяновск: УЛГТУ, 2010. – 182 с. – ISBN 978-5-9795-0619-7.

6. Новицкий П. В., Зограф И. А. Оценка погрешностей результатов измерений. – Л.: Энергоатомиздат, 1991.

7. Поліщук Є.С., Дорожовець М.М., Яцук В.О та ін. Метрологія та вимірювальна техніка: Підручник. За ред. проф. Є. С. Поліщука. – Львів: Видавництво «Бескид Біт», 2003.

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

4. Эталоны в области электрорадиоизмерений: справ. пособ. /И.П. Захаров, И.Ф. Павленко. – М.: Горячая линия – Телеком. 2008. – 192 с.

13. 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;

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=10&S21FMT=fullweb&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=10&S21FMT=fullweb&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$)