

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)

«_____» _____ 2021 р.

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

Галузь знань: 15 «Автоматизація та приладобудування»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»
(код та найменування спеціальності)

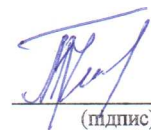
Освітні програми: “Інтелектуальні інформаційні вимірювальні системи”,
«Метрологічне забезпечення випробувань та якості продукції»,
«Якість, стандартизація та сертифікація»
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2021 рік

Розробник: Чебикіна 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. 2021 року

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


(підпис)

В. П. Сіроклин
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів –6	Галузь знань <u>15 «Автоматизація та приладобудування»</u> (шифр та найменування) Спеціальність <u>152 «Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка»,</u> (код та найменування) Освітні програми: <u>«Інтелектуальні інформаційні вимірвальні системи»,</u> <u>«Метрологічне забезпечення випробувань та якості продукції»,</u> <u>«Якість, стандартизація та сертифікація</u> (найменування) Рівень вищої освіти: <u>перший (бакалаврський)</u>	Обов’язкова
Кількість модулів – 2		Навчальний рік 2021/2022
Кількість змістовних модулів – 3		Семестр 2-й
Загальна кількість годин – 56 ^{1)/180}		Лекції¹⁾ 24 години
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3,5 самостійної роботи здобувача – 7,7		Практичні, семінарські¹⁾ 16 годин
	Лабораторні¹⁾ 16 годин	
	Самостійна робота 124 години	
	Вид контролю Модульний контроль, залік	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: $56/124 = 0,45$.

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

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: дати знання про методи і засоби забезпечення єдності вимірювань і досягнення точності вимірювань, що обумовлена вимогами виміральної 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 виміральної техніки та способи їх нормування, вимоги до оцінок вимірюємої величини, методики розрахунку похибок результатів вимірювань.

Результати навчання: студент 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 професійні знання й уміння у практичних ситуаціях.

ЗК4. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

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

ЗК6. Навички здійснення безпечної діяльності.

ЗК8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК9. Здатність бути критичним і самокритичним.

ЗК10. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ФК1. Здатність проводити аналіз складових похибки за їх суттєвими ознаками, оперувати складовими похибки/невизначеності у відповідності з моделями вимірювання.

ФК8. Здатність здійснювати технічні заходи із забезпечення метрологічної простежуваності, правильності, повторюваності та відтворюваності результатів вимірювань і випробувань за міжнародними стандартами.

ФК14. Здатність використовувати основні фізичні поняття електромагнітних явищ, методи розрахунку та аналізу кіл та сигналів.

ФК16. Здатність використовувати загальні принципи теорії побудови систем вимірювання різних величин.

ФК 17. Мати здатність застосовувати практичні навички для розв'язання типових задач зі спеціальності.

ФК 18. Мати здатність застосовувати професійно-профільовані знання для вирішення задач зі спеціальності.

ФК 22. Мати здатність самостійної практичної роботи відповідно до отриманої кваліфікації.

Очікувані результати навчання:

Знати і розуміти основні поняття метрології, теорії вимірювань, математичного та комп'ютерного моделювання, сучасні методи обробки та оцінювання точності вимірювального експерименту.

Розуміти широкий міждисциплінарний контекст спеціальності, її місце в теорії пізнання і оцінювання об'єктів і явищ.

Вміти вибирати, виходячи з технічної задачі, стандартизований метод оцінювання та вимірювального контролю характерних властивостей продукції та параметрів технологічних процесів.

Вміти організовувати та проводити вимірювання, технічний контроль і випробування.

Знати та розуміти сучасні теоретичні та експериментальні методи досліджень з оцінюванням точності отриманих результатів.

Знати та розуміти предметну область, її історію та місце в сталому розвитку техніки і технологій, у загальній системі знань про природу і суспільство.

Пререквізити: математика, вступ до фаху, алгоритмізація та програмування.

Кореквізити: математика, фізика.

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 достойності. 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: мета, об'єкт вимірювання, його модель, величина, що підлягає вимірюванню, апriorна 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 диференційна. 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	11	1	-	-	10
Тема 2. Фізичні величини (ФВ). Одиниці вимірювання ФВ.	8	1	1	-	6
Тема 4. Класифікація вимірювань	8	1	1	-	6
Тема 5. Методи вимірювань	8	1	1	-	6
Тема 6. Засоби вимірювань (ЗВ)	8	1	1	-	6
Тема 7. Метрологічні характеристики ЗВ	8	1	1	-	6
Модульний контроль	5	-	1	-	4
Разом за змістовним модулем 1	58	6	6	-	46
Тема 8. Похибки вимірювань ФВ	11	3	-	-	8
Тема 9. Систематичні похибки вимірювань	10	1	3	-	6
Тема 10. Інструментальні похибки вимірювань	11	2	3	-	6
Тема 11. Випадкові похибки	14	2	2	-	10
Модульний контроль	8	-	2	-	6
Разом за змістовним модулем 2	54	8	10	-	36
Разом за модулем 1	112	14	16	-	82
Тема 12. Розподіл випадкових величин	14	2	-	-	12
Тема 13. Опрацювання результатів прямих багаторазових вимірювань	10	2	-	2	6
Тема 14. Опрацювання результатів декількох рядів вимірювань	12	2	-	4	6
Тема 15. Опрацювання результатів опосередкованих вимірювань	12	2	-	4	6
Тема 16. Сукупні і сумісні вимірювання. Метод найменших квадратів	12	2	-	4	6
Модульний контроль	8	-	-	2	6
Разом за модулем 2	68	10	-	16	42
Всього з дисципліни	180	24	16	16	124

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
	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.	116
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	Загальні відомості про державну службу забезпечення єдності вимірювань. Метрологічний контроль і нагляд за ЗВТ.	14
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	180

8. Індивідуальні завдання

Не передбачено.

9. 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.

10. Методи контролю

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

11. 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. Планування та організація вимірювань. Метрологічне забезпечення процесу вимірювання. – 50 балів.

2. Задача. Виміряне омметром значення міри омичного опору дорівнює 9,989 Ом. Номінальне значення міри - 10 Ом. Характеристики омметра: клас точності 0,02/0,02, верхня межа виміру 30 Ом. Умови вимірювання – нормальні, стабілізовані. Оцінити абсолютну і відносну похибки результату вимірювання, а також значення поправки міри. – 50 балів.

Приклад №2: 1. Теоретичне питання. Методика розрахунку похибок опосередкованих одноразових вимірювань. – 50 балів.

2. Задача. При вимірюванні сили струму було застосовано міліамперметр з рівномірною шкалою довжиною від - 150 до + 150 поділок. Межі вимірювання - 50 мА... +50 мА. Виміряне значення складало 32,4 мА. Визначити: ціну поділки шкали, результат вимірювання в одиницях сили струму, основні абсолютну та відносну похибки. Клас точності міліамперметра 0,5. – 50 балів.

Приклад №3: 1. Теоретичне питання. Точкові та довірчі оцінки. Властивості точкових оцінок: спроможність, незміщенність, ефективність. – 50 балів.

2. Задача. Визначити значення абсолютних і відносних похибок вимірювання падіння напруги на резисторах, якщо показання вольтметра при підключенні до резистора R_1 склало 9,8 В, а до резистора R_2 – 86,6 В. Вольтметр класа точності 1,5 з верхньою межею вимірювання 100 В. – 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

12. 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.

13. 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.

14. 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=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=10&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$)