Силабус
освітнього компоненту ВК

Обернені задачі вимірювань

Назва дисципліни:	**Обернені задачі вимірювань**
Рівень вищої освіти:	**другий (магістерський)**
Сторінка курсу в Moodle:	*https://dl.khadi.kharkov.ua/course/view.php?id=2851*
Обсяг освітнього компоненту	**4 кредити (120 годин)**
Форма підсумкового контролю	**Залік**
Консультації:	**за графіком**
Назва кафедри:	**кафедра метрології та безпеки життєдіяльності**
Мова викладання:	**українська**
Керівник курсу:	**Полярус Олександр Васильович, д.т.н., професор**
Контактний телефон:	*(+38) 096-213-08-89*
E-mail:	*poliarus.kharkov@ukr.net*

Короткий зміст освітнього компоненту:

Метою є одержання студентами компетенції, знань, умінь і навичок математичного опису вхідних дій вимірювальних інформаційних систем на основі вихідних сигналів.
Предмет*:* теоретичні та методологічні основи методів розв'язання обернених задач у вимірювальних інформаційних системах і метрологічне забезпечення цих задач.
Основними завданнями вивчення навчальної дисципліни є:
− формування систем знань, вмінь та уявлень про сучасний стан розвитку методів розв'язання обернених задач;
− оцінка можливостей застосування методів розв'язання обернених задач у вимірювальних інформаційних системах та автомобільно-дорожній техніці;
− розвиток навичок системного аналізу;
− формування навичок оцінювання метрологічного забезпечення методів розв'язання обернених задач.
Передумови для вивчення освітнього компоненту:
Основи наукових досліджень, Вступ до теорії систем, Основи метрології та вимірювальна техніка, Динамічні характеристики засобів вимірювальної техніки.

Компетентності, яких набуває здобувач:
Загальні компетентності:
Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

Спеціальні (фахові) компетентності:

Знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій принципів і методів експериментальної інформатики.

Здатність застосовувати системний підхід до вирішення науково-технічних завдань метрології та інформаційно-вимірювальної техніки.
Здатність застосовувати комплексний підхід до вирішення експериментальних завдань із застосуванням засобів інформаційно-вимірювальної техніки та прикладного програмного забезпечення.
Здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для створення віртуальних засобів вимірювання та інформаційно-вимірювальної техніки.

Результати навчання відповідно до освітньої програми:

Знати і розуміти сучасні методи ведення науково-дослідних робіт, організації та планування експерименту, комп'ютеризованих методів дослідження та опрацювання результатів вимірювань.
Вміти виконувати аналіз інженерних продуктів, процесів і систем за встановлени критеріями; обирати і застосовувати найбільш прийнятні аналітичні, розрахункові експериментальні методи для проведення досліджень; інтерпретувати результа досліджень.
Володіти сучасними методами та методиками проектування дослідження, а також аналізу отриманих результатів.
Застосовувати сучасні інформаційні технології метрології і вимірювальної техніки для проведення досліджень та організації експерименту, обробки експериментальних даних.

Тематичний план

№ теми	Назва тем (ЛК, ЛР, ПР, СЗ, СР)	Кількість годин	
		очна	заочна
1	ЛК1 Методологічні проблеми теорії обернених вимірювань.	2	
	ПР1 Складання рівняння обернених вимірювань.	2	
	СР1 Філософсько-методичні аспекти прямих і обернених вимірювань.	12	
2	ЛК2 Методи точного розв'язання обернених задач вимірювання в лінійних інерційних системах.	2	
	ПР2 Задача точного відновлення вхідного сигналу датчика.	2	
	СР2 Методи розв'язання некоректно поставлених обернених задач вимірювання.	12	
	ЛК3 Методи наближеного розв'язання обернених задач вимірювання в лінійних інерційних системах.	2	
	ПР3 Задача наближеного відновлення вхідного сигналу датчика.	2	
	СР3 Методи зменшення динамічних похибок відновлення вхідних сигналів.	12	

3	ЛК4 Моделі Вольтерра, Вінера і Гаммерштейна для нелінійних інерційних систем.	2	
	ПР4 Порівняння ефективності моделей Вольтерра, Вінера і Гаммерштейна.	2	
	СР4 Межі застосування моделей Вольтерра, Вінера і Гаммерштейна.	12	
	ЛК5 Методи наближеного розв’язання обернених задач вимірювання в нелінійних інерційних системах.	2	
	ПР5 Розв’язання обернених задач вимірювання для нелінійних інерційних задач з квадратичною функцією перетворення.	2	
	СР5 Критерії якості розв’язання обернених задач вимірювання.	12	
	ЛК6 Методи розв’язання обернених задач на основі сингулярного розкладання SVD і операторів Купмана.	2	
	ПР6 Методика переходу від нелінійної до еквівалентної лінійної інерційних систем з використанням мод Купмана.	2	
	СР6 Лінійне подання нелінійної системи.	12	
4	ЛК7 Прикладні обернені задачі	2	
	ПР7 Відновлення зображень при сліпій деконволюції.	2	
	СР7 Галузі застосування обернених задач.	8	
	ЛК8 Метрологічне забезпечення обернених задач вимірювання.	2	
	ПР8 Нормування і визначення динамічних характеристик засобів вимірювання для якісного розв’язання обернених задач вимірювання.	2	
	СР8 Вимоги до джерел невизначеності при розв’язання обернених задач вимірювання.	8	
Разом	ЛК	16	
	ПР (ЛР, СЗ)	16	
	СР	88	

Індивідуальне навчально-дослідне завдання:

Розв’язати обернену задачу вимірювань для простої електронної схеми.

Методи навчання:

1) словесні: 1.1 традиційні: лекції, пояснення, розповідь тощо;

1.2 інтерактивні (нетрадиційні): проблемні лекції, дискусії тощо;

2) наочні: метод ілюстрацій, метод демонстрацій

3) практичні: 3.1 традиційні: практичні заняття, семінари;

3.2 інтерактивні (нетрадиційні): тренінги, метод мозкової атаки.

Система оцінювання та вимоги:

Поточна успішність

1 Поточна успішність здобувачів за виконання навчальних видів робіт на навчальних заняттях і за виконання завдань самостійної роботи оцінюється за допомогою чотирибальної шкали оцінок з наступним перерахуванням у 100-бальну шкалу. Під час оцінювання поточної успішності враховуються всі види робіт, передбачені навчальною програмою.

1.1 Лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання конкретизованих завдань.

1.2 Практичні заняття оцінюються якістю виконання контрольного або індивідуального завдання, виконання та оформлення практичної роботи.

2 Оцінювання поточної успішності здобувачів вищої освіти здійснюється на кожному практичному занятті за чотирибальною шкалою («5», «4», «3», «2») і заносяться у журнал обліку академічної успішності.

– «відмінно»: здобувач бездоганно засвоїв теоретичний матеріал, демонструє глибокі знання з відповідної теми або навчальної дисципліни, основні положення;

– «добре»: здобувач добре засвоїв теоретичний матеріал, володіє основними аспектами з першоджерел та рекомендованої літератури, аргументовано викладає його; має практичні навички, висловлює свої міркування з приводу тих чи інших проблем, але припускається певних неточностей і похибок у логіці викладу теоретичного змісту або при аналізі практичного;

– «задовільно»: здобувач в основному опанував теоретичні знання навчальної теми, або дисципліни, орієнтується у першоджерелах та рекомендованій літературі, але непереконливо відповідає, плутає поняття, невпевнено відповідає на додаткові питання, не має стабільних знань; відповідаючи на питання практичного характеру, виявляє неточність у знаннях, не вміє оцінювати факти та явища, пов'язувати їх із майбутньою професією;

– «незадовільно»: здобувач не опанував навчальний матеріал теми (дисципліни), не знає наукових фактів, визначень, майже не орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, відсутнє наукове мислення, практичні навички не сформовані.

3 Підсумковий бал за поточну діяльність визнається як середньоарифметична сума балів за кожне заняття, за індивідуальну роботу, поточні контрольні роботи за формулою:

$$K^{поточ} = \frac{K1 + K2 + ... + Kn}{n},$$

де $K^{поточ}$ – підсумкова оцінка успішності за результатами поточного контролю;

$K1, K2, ..., Kn$ – оцінка успішності n-го заходу поточного контролю;

n – кількість заходів поточного контролю.

Оцінки конвертуються у бали згідно шкали перерахунку (таблиця 1).

Таблиця 1 – Перерахунок середньої оцінки за поточну діяльність у багатобальну шкалу

4-бальна шкала	100-бальна шкала	4- бальна шкала	100-бальна шкала	4- бальна шкала	100-бальна шкала	4- бальна шкала	100- бальна шкала
5	100	4,45	89	3,90	78	3,35	67
4,95	99	4,4	88	3,85	77	3,3	66
4,9	98	4,35	87	3,80	76	3,25	65
4,85	97	4,3	86	3,75	75	3,2	64
4,8	96	4,25	85	3,7	74	3,15	63
4,75	95	4,20	84	3,65	73	3,1	62
4,7	94	4,15	83	3,60	72	3,05	61
4,65	93	4,10	82	3,55	71	3	60
4,6	92	4,05	81	3,5	70	від 1,78 до 2,99	від 35 до 59
						повторне складання	
4,55	91	4,00	80	3,45	69	від 0 до 1,77	від 0 до 34
4,5	90	3,95	79	3,4	68	повторне вивчення	

Підсумкове оцінювання

1 Здобувач вищої освіти отримує залік на останньому занятті з дисципліни за результатами поточного оцінювання. Середня оцінка за поточну діяльність конвертується у бали за 100-бальною шкалою, відповідно до таблиці перерахунку (таблиця 1).

Здобувачі вищої освіти, які мають середню поточну оцінку з дисципліни нижче ніж «3» (60 балів), на останньому занятті можуть підвищити свій поточний бал шляхом складання тестів з дисципліни.

Оцінювання знань здобувачів шляхом тестування здійснюється за шкалою:

– «Відмінно»: не менше 90 % правильних відповідей;

– «Дуже добре»: від 82 % до 89 % правильних відповідей;

– «Добре»: від 74 % до 81 % правильних відповідей;

– «Задовільно»: від 67 % до 73% правильних відповідей;

– «Задовільно достатньо»: від 60 % до 66 % правильних відповідей;

– «Незадовільно»: менше 60 % правильних відповідей.

2 Умовою отримання заліку є:

– відпрацювання всіх пропущених занять;

– середня поточна оцінка з дисципліни не нижче «3» (60 балів).

3 За виконання індивідуальної самостійної роботи та участь у наукових заходах здобувачам нараховуються додаткові бали.

3.1 Додаткові бали додаються до суми балів, набраних здобувачем вищої освіти за поточну навчальну діяльність (для дисциплін, підсумковою формою контролю для яких є залік), або до підсумкової оцінки з дисципліни, підсумковою формою контролю для якої є екзамен.

3.2 Кількість додаткових балів, яка нараховується за різні види індивідуальних завдань, залежить від їх об'єму та значимості:

– призові місця з дисципліни на міжнародному / всеукраїнському конкурсі наукових студентських робіт – 20 балів;

– призові місця з дисципліни на всеукраїнських олімпіадах – 20 балів;

– участь у міжнародному / всеукраїнському конкурсі наукових студентських робіт – 15 балів

– участь у міжнародних / всеукраїнських наукових конференціях студентів та молодих вчених – 12 балів;

– участь у всеукраїнських олімпіадах з дисципліни – 10 балів

– участь в олімпіадах і наукових конференціях ХНАДУ з дисципліни – 5 балів;

– виконання індивідуальних науково-дослідних (навчально-дослідних) завдань підвищеної складності – 5 балів.

3.3 Кількість додаткових балів не може перевищувати 20 балів.

4 Результат навчання оцінюється за двобальною шкалою (зараховано/не зараховано) згідно з таблицею 2;

Підсумкова оцінка разом з додатковими балами не може перевищувати 100 балів.

Таблиця 2 – Шкала переведення балів у національну систему оцінювання

За 100-бальною шкалою	**За національною шкалою**
від 60 балів до 100 балів	зараховано
менше 60 балів	не зараховано

Таблиця 3 – Шкала оцінювання знань здобувачів за результатами підсумкового контролю з навчальної дисципліни

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою		Оцінка за шкалою ЄКТС	
	екзамен	залік	Оцінка	Критерії
90-100	**Відмінно**	**Зараховано**	**A**	Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані, усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до максимального
80–89	**Добре**	**Зараховано**	**B**	Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість виконання більшості з них оцінено числом балів, близьким до максимального
75-79			**C**	Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин, деякі практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані недостатньо, усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість виконання жодного з них не оцінено мінімальним числом балів, деякі види завдань виконані з помилками
67-74	**Задовільно**		**D**	Теоретичний зміст курсу освоєний частково, але прогалини не носять істотного характеру, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, більшість передбачених програмою навчання навчальних завдань виконано, деякі з виконаних завдань, можливо, містять помилки

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою		Оцінка за шкалою ЄКТС	
	екзамен	залік	Оцінка	Критерії
60–66			**E**	Теоретичний зміст курсу освоєний частково, деякі практичні навички роботи не сформовані, багато передбачених програмою навчання навчальних завдань не виконані, або якість виконання деяких з них оцінено числом балів, близьким до мінімального.
35–59	**Незадовільно**	**Не зараховано**	**FX**	Теоретичний зміст курсу освоєний частково, необхідні практичні навички роботи не сформовані, більшість передбачених програм навчання навчальних завдань не виконано, або якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до мінімального; при додатковій самостійній роботі над матеріалом курсу можливе підвищення якості виконання навчальних завдань (з можливістю повторного складання)
0–34	**Неприйнятно**		**F**	Теоретичний зміст курсу не освоєно, необхідні практичні навички роботи не сформовані, усі виконані навчальні завдання містять грубі помилки, додаткова самостійна робота над матеріалом курсу не приведе до якого-небудь значущого підвищення якості виконання навчальних завдань (з обов’язковим повторним курсом)

Політика курсу:

– курс передбачає роботу в колективі, середовище в аудиторії є дружнім, творчим, відкритим до конструктивної критики;

– освоєння дисципліни передбачає обов'язкове відвідування лекцій і практичних занять, а також самостійну роботу;

– самостійна робота передбачає вивчення окремих тем навчальної дисципліни, які винесені відповідно до програми на самостійне опрацювання або ж були розглянуті стисло;

– усі завдання, що передбачені програмою, мають бути виконані у встановлений термін;

– якщо здобувач вищої освіти відсутній на заняттях з поважної причини, він презентує виконані завдання під час самостійної підготовки та консультації викладача;

– під час вивчення курсу здобувачі вищої освіти повинні дотримуватись правил академічної доброчесності, викладених у таких документах: «Правила академічної доброчесності учасників освітнього процесу ХНАДУ» (https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_Standart/pologeniya/stvnz_67_01_dobroch_1.pdf) , «Академічна доброчесність. Перевірка тексту академічних, наукових та кваліфікаційних робіт на плагіат» (https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_Standart/pologeniya/stvnz_85_1_01.pdf),

«Морально-етичний кодекс учасників освітнього процесу ХНАДУ (https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_Standart/pologeniya/stvnz_67_01_MEK_1.pdf).

– у разі виявлення факту плагіату здобувач отримує за завдання 0 балів і повинен повторно виконати завдання, які передбачені у силабусі;

– списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т. ч. із використанням мобільних пристроїв). Мобільні пристрої дозволяється використовувати лише під час онлайн тестування.

Рекомендована література: ***(література не пізніше 10 років, окрім 1 фундаментального класичного підручника або монографії)***

1. Полярус О. В., Поляков Є. О. Наближене розв'язання оберненої задачі вимірювань та його метрологічне забезпечення. - Монографія.- Х.: Видавництво "Лідер", 2014. – 120 с.
2. Бабак В. П., Єременко В. С., Куц Ю. В., Мислович М. В., Щербак Л. М./За редакцією члена-кореспондента НАН України В. П. Бабака. Моделі та міри у вимірюваннях. – Київ: Наукова думка, 2019. – 208 с.
3. Konstantin Semenov, Gennady N. Solopchenko, Vladik Kreinovich. Inverse problems in theory and practice of measurements and metrology. – In book: Advanced Mathematical and Computational Tools in Metrology and Testing - World Scientific, 2015.- pp.330-339.
4. Albet Tarantola. Inverse Problems Theory and Methods for Model Parameter Estimation. – SIAM (Society for Industrial and Applied Mathematics), Philadelphia, 2005. – 358 p.
5. Guillaume Bal. Introduction to Inverse Problems. - University of Chicago, Chicago, 2019. – 235 p.
6. Полярус О. В., Бровко Я. С., Поляков Є. О., Янушкевич С. Д. Метрологічне забезпечення обернених вимірювальних задач в нелінійних інерційних системах. – Український метрологічний журнал, 2017, №4, с. 23-28.
7. Моделі та міри у вимірюваннях: Монографія / В. П. Бабак, В. С. Єременко, Ю. В. Куц, М. В. Мислович, Л. М. Щербак; за ред. чл.-кор. НАН України В. П. Бабака. – К.: Наукова думка, 2019. – 192 с.
8. Полярус О. В., Бровко Я. С., Малецька О. Є. Особливості застосування нормативних документів до обернених задач вимірювання. – Метрологія та прилади, 2018, №5, с.40-46.
9. Victor A. Kovtunenko* and Kohji Ohtsuka. Inverse problem of shape identification from boundary measurement for Stokes equations: Shape differentiability of Lagrangian. - Journal of Inverse and Ill-posed Problems, 2020, pp. 15-20.
10. Abdel Hamid Ismail Mourad and József Kázmér Tar. Approximate Evaluation of Exact Solutions of Measurements Inverse Problems. - Applied Mechanics and Materials, 2014, vol. 527, pp. 326-331.

Додаткові джерела:

1. дистанційний курс:
https://dl.khadi.kharkov.ua/course/view.php?id=2851
2. https://lutsk-ntu.com.ua/sites/default/files/06_norma_0.pdf
3. https://journal-me.com/archive-ukr/vol23-2020-iss2-paper2/?print=print
4. https://studopedia.org/12-99505.html
5. http://mcm-tech.kpnu.edu.ua
6. https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/683129.pdf
7. http://www.numdam.org/item/COCV_2013__19_1_190_0/
8. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0957-0233/9/6/001

9. https://uwaterloo.ca/waterloo-laboratory-for-inverse-analysis-and-thermal-sciences/research/inverse-problem
10. https://www.cambridge.org/core/journals/advances-in-applied-probability/article/abs/solving-the-inverse-problem-for-measures-using-iterated-function-systems-a-new-approach

Розробник (розробники)

силабусу навчальної дисципліни _____ Полярус О. В.

підпис

Завідувач кафедри _____ Полярус О. В.

підпис