

**ХЕРСОНСЬКА ДЕРЖАВНА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ**  
**ФАКУЛЬТЕТ СУДНОВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ**  
**КАФЕДРА ЕКСПЛУАТАЦІЇ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК**

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні кафедри експлуатації  
суднових енергетичних установок  
Протокол №1 від 28 серпня 2023 р.



Володимир САВЧУК

**СИЛАБУС ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТА**

**«МЕТОДИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ І СУДНОВИХ ТЕХНІЧНИХ  
СИСТЕМ ТА КОМПЛЕКСІВ»**

<b>Ступінь вищої освіти</b>	Доктор філософії
<b>Галузь знань</b>	27 Транспорт
<b>Спеціальність</b>	271 Морський та внутрішній водний транспорт
<b>Освітньо-наукова програма</b>	Управління судновими технічними системами і комплексами
<b>Семестр та курс навчання</b>	II семестр, I курс
<b>Статус освітнього компонента</b>	обов'язковий
<b>Форма навчання</b>	Заочна

Херсон 2023 р.

Силабус до дисципліни «Методи ідентифікації об'єктів і суднових технічних систем та комплексів» розробив д.т.н., доц. Максим АГЄЄВ

ПОГОДЖЕНО

Гарант освітньої програми

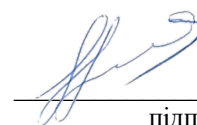
Володимир САВЧУК



підпис

Завідувач аспірантури та докторантури

Едуард АППАЗОВ



підпис

Наукове товариство студентів (слухачів), аспірантів, докторантів,  
молодих вчених

Протокол № 1 від 29 серпня 2023 р.

<b>1. Загальна інформація</b>	
<b>Назва дисципліни</b>	Методи ідентифікації об'єктів і суднових технічних систем та комплексів
<b>Викладач</b>	д.т.н.,доц. Агеєв М.С.
<b>Контактний номер викладача</b>	+380955871309
<b>Е-mail викладача</b>	maxageev73-73@ukr.net
<b>Код дисципліни з освітньої програми</b>	OK11
<b>Обсяг дисципліни</b>	Загальна кількість 90 год. Лекційних занять 6 год. Практичних занять - 6 год. Самостійна робота 78 год.
<b>Посилання на сайт дистанційного навчання</b>	<a href="https://mdl.ksma.ks.ua/course/index.php?categoryid=395">https://mdl.ksma.ks.ua/course/index.php?categoryid=395</a>
<b>Час проведення занять, консультацій</b>	II семестр
<b>Передреквізити і постреквізити навчальної дисципліни</b>	<p><b>Передреквізити навчальної дисципліни:</b>  <b>Інформаційні технології в науковій діяльності:</b> Інформатизація науково-дослідної діяльності та роль інформаційних технологій в наукових дослідженнях за спеціальністю. Моделі й бази даних. Методи й засоби комп'ютерного моделювання. Застосування статистичного аналізу в наукових дослідженнях. Кореляційний аналіз. Регресійний аналіз. Підбір функцій. Графічне представлення функцій. Оптимізація функцій. Програмні засоби статистичного аналізу: R, Excel, Statistica, MATLAB.</p> <p><b>Вища математика:</b> Розв'язання лінійних та квадратних рівнянь. Розв'язання диференціальних рівнянь. Теорія множин. Комплексні змінні.</p> <p><b>Математична статистика:</b> Оцінка точності, надійності і ефективності вибірових статистик, виявлення похибок, які виникають у процесі статистичних досліджень (статистичне оцінювання). Описова статистика. Методи описової статистики. Узагальнені параметри генеральної сукупності, отримані на підставі вибірових статистик (перевірка статистичних гіпотез).</p> <p><b>Теорія ймовірності:</b> Класичне означення ймовірності. Обмеження класичного означення ймовірності. Теорема додавання несумісних подій. Протилежні події. Принцип практичної неможливості малоїмовірних подій. Повна система подій. Незалежні та залежні події. Теорема множення ймовірностей незалежних подій. Теорема додавання сумісних подій. Формула повної ймовірності. Відносна частота.</p> <p><b>Постреквізити навчальної дисципліни:</b>  Дисципліни циклу професійної підготовки «Інформаційні системи моніторингу засобів транспорту», «Методи дослідження суднових технічних систем та комплексів» «Комп'ютерне моделювання систем та процесів суднових технічних систем та комплексів»</p>

## 2. Анотація до курсу

Володіння основами теорії ідентифікації та застосування отриманих теоретичних знань у галузі технічної діагностики необхідних при проектуванні, дослідженні, та експлуатації об'єктів і судових технічних систем та комплексів надають можливість здобувачам організувати та проводити експериментальні дослідження та комп'ютерне моделювання із застосуванням сучасних засобів та методів. Знання загальних положень дисципліни та основних методів ідентифікації підвищують кваліфікацію та майстерність майбутнього науковця, надають змогу використовувати основні закони природничих дисциплін у професійній діяльності, застосовувати методи математичного аналізу та моделювання в теоретичних та експериментальних дослідженнях.

## 3. Мета та завдання курсу

Надати здобувачам ступеню вищої освіти «доктор філософії» основні знання та навички щодо збирання, обробки, аналізу та систематизації науково-технічної інформації з тематики дослідження, використання досягнень вітчизняних та зарубіжних науковців, сучасної техніки та технології. Навчити ставити та вирішувати завдання ідентифікації сучасними методами, проводити експериментальні дослідження та обробляти їх результати виходячи з цілей завдання ідентифікації. Після вивчення дисципліни здобувачі ступеню вищої освіти «доктор філософії» повинні мати уявлення про застосовувані апаратні та програмні засоби для вирішення задачі ідентифікації, про перспективи та тенденції розвитку теорії та практики ідентифікації складних динамічних об'єктів і судових технічних систем та комплексів. Надати навички застосування принципів системності при встановленні цілей функціонування організаційно - технічних і ієрархічних СТСіК та принцип доцільності при виборі дослідницьких інструментів.

## 4. Результати навчання (компетентності) та методи їх вимірювання

**Знання:** задачі та методи ідентифікації об'єктів і СТСіК; основні типи математичних моделей СТСіК; методи непараметричної ідентифікації лінійних детермінованих об'єктів; методи параметричної ідентифікації; методи оцінки змінних стану; методи побудови моделей ідентифікації досліджуваних процесів, явищ та об'єктів; технологію прийняття статистичних рішень; методи та алгоритми планування вимірювань та випробувань, а також обробки їх результатів та оцінки їх якості.

**Вміння:** будувати математичні моделі того чи іншого типу на основі результату спостережень за поведінкою об'єктів та досліджувати їх властивості; виділяти основні складові які потрібно виконувати на етапі ідентифікації об'єктів і СТСіК; отримувати достовірні результати при використанні методів непараметричної ідентифікації; оцінювати параметри ідентифікації об'єктів і СТСіК; застосовувати методи параметричної ідентифікації при рішенні практичних задач ідентифікації лінійних та нелінійних систем; оцінювати стан об'єкту і СТСіК; застосувати методи моделювання для розв'язання задач оптимізації; визначити оптимальні методи розрахунку параметрів і управління ресурсом, надійністю та технічним станом СТСіК; формувати плани вимірювань та випробувань для різних вимірювальних та експериментальних завдань та обробляти отримані результати з використанням алгоритмів, адекватним сформованим планам. Застосувати принцип оптимального поєднання централізації і децентралізації при синтезі систем управління СТСіК. Визначити оптимальні методи розрахунку параметрів і управління ресурсом, надійністю та технічним станом СТСіК.

**Методи вимірювання результатів навчання (компетентностей):** збирання, обробки, аналізу та систематизації параметрів ідентифікації об'єктів і СТСіК; володіння принципами ідентифікації динамічних об'єктів управління, виконання основних процедури ідентифікації в умовах експлуатації; вирішування завдання ідентифікації сучасними методами, проведення експериментальних досліджень та обробки їх результатів виходячи з цілей завдання ідентифікації; застосування апаратних та програмних засобів для розв'язання задач ідентифікації об'єктів і СТСіК.

<b>5. План вивчення навчальної дисципліни</b>					
<b>№ тижня</b>	<b>Назва теми</b>	<b>Форма організації навчання та кількість годин</b>			<b>Самостійна робота, кількість годин</b>
		<b>Лекційне заняття</b>	<b>Лабораторне заняття</b>	<b>Практичне заняття</b>	
1	Основні поняття теорії ідентифікації. Постановка задачі ідентифікації. Сучасні методи теорії та практики вирішення завдань ідентифікації. Класифікація методів ідентифікації. Методи ідентифікації на основі перетворень Фур'є. Ідентифікація за допомогою перехідної функції.	2			2
2	Гармонічний аналіз періодичних сигналів енергетичних процесів на основі дискретного перетворення Фур'є.			2	4
3	Математичні моделі систем. Класифікація моделей об'єктів керування. Статичні моделі. Лінійні динамічні безперервні параметричні моделі. Лінійні динамічні дискретні параметричні моделі. Нелінійні динамічні моделі. Методи непараметричної ідентифікації лінійних детермінованих об'єктів.	2			4
4	Класифікація математичних моделей об'єктів управління та методів їх побудови.			2	2
5	Методи непараметричної ідентифікації лінійних детермінованих об'єктів. Загальний підхід до методів непараметричної ідентифікації. Ідентифікація з використанням перехідних характеристик. Ідентифікація за допомогою імпульсних перехідних характеристик. Вплив адитивного шуму. Ідентифікація об'єктів за допомогою частотних характеристик.	2			4
6	Побудова детермінованих статичних моделей систем			2	2
	<b>Разом годин</b>	6		16	78
<b>6. Графік самостійної роботи</b>					
<b>№ з/п</b>	<b>Вид самостійної роботи</b>	<b>Години</b>	<b>Термін виконання</b>	<b>Форма та метод контролю</b>	
1	Умови, що обмежують точність вирішення завдань ідентифікації технічних об'єктів та систем різного призначення та застосування.	2	Протягом семестру	опитування	
2	Методи непараметричної ідентифікації лінійних детермінованих об'єктів. Ідентифікація за допомогою імпульсних перехідних характеристик. Вплив адитивного шуму. Ідентифікація об'єктів за допомогою частотних характеристик.	2	Протягом семестру	опитування	
3	Взаємні кореляційні функції періодичних процесів. Інтегральне перетворення Фур'є взаємної кореляційної функції періодичних процесів.	2	Протягом семестру	опитування	

4	Кореляційні методи ідентифікації. Інтеграл згортки та кореляції. Генерація випадкових та псевдовипадкових послідовностей. Отримання частотних характеристик на основі кореляційних функцій.	2	Протягом семестру	опитування
5	Моделі об'єктів при заданій та обчислюваній дисперсії помилок спостережень.	2	Протягом семестру	опитування
6	Загальний підхід до оцінювання параметрів. Оцінювання параметрів об'єктів за методом найменших квадратів. Використання методу найменших квадратів у задачах ідентифікації. Ідентифікація статичного об'єкта регресійним МНК.	2	Протягом семестру	опитування
7	Постановка задачі ідентифікації динамічного об'єкта. Ідентифікація динамічного об'єкта регресійним МНК. Ідентифікація динамічного об'єкта явним МНК. Ідентифікація динамічного об'єкта рекурентним МНК.	2	Протягом семестру	опитування
8	Критерії адекватності моделей. Види оцінок параметрів за різних законів розподілу.	1	Протягом семестру	опитування
9	Лінійні статичні та динамічні безперервні параметричні моделі.	1	Протягом семестру	опитування
10	Модель у вигляді імпульсних, динамічних нелінійних та нестационарних систем	1	Протягом семестру	опитування
11	Класифікація методів ідентифікації. Аналітичний метод ідентифікації	2	Протягом семестру	опитування
12	Опис стану системи. Дискретні та безперервні динамічні системи. Керованість динамічних об'єктів та систем. Матричні форми запису. приклади.	2	Протягом семестру	опитування
13	Ідентифікація динамічних об'єктів керування частотними методами.	2	Протягом семестру	опитування
14	Моделі об'єктів при заданій та обчислюваній дисперсії помилок спостережень. Критерії адекватності моделей. Види оцінок параметрів за різних законів розподілу.	2	Протягом семестру	Написання реферату
15	Побудова математичних моделей шляхом найменших квадратів (МНК). Матриця плану та вид рівнянь моделей. Обмеження на експеримент та параметри.	2	Протягом семестру	опитування
16	Висновок формули оптимальної оцінки параметрів моделі. Коваріаційна та дисперсійна матриці.	2	Протягом семестру	опитування
17	Ідентифікація об'єкта управління методом регресійного та кореляційного аналізів	1	Протягом семестру	опитування
18	Діагностичні моделі. Моделі дискретних об'єктів, функціональні моделі.	1	Протягом семестру	опитування
19	Аналіз працездатності. Умови працездатності об'єкта. Виявлення несправності	1	Протягом семестру	опитування
20	Ознаки наявності несправності в об'єкті; Методи виявлення несправностей. Приклади виявлення несправностей в електронних та автоматичних системах.	1	Протягом семестру	опитування

21	Програмна реалізація алгоритмів ідентифікації лінійних динамічних об'єктів та систем у часовій області	2	Протягом семестру	опитування
22	Алгоритми ідентифікації одновимірних та двовимірних лінійних динамічних об'єктів з прямими, зворотними та змішаними перехресними зв'язками в частотній області.	2	Протягом семестру	Написання реферату
23	Модель Гаммерштейна. Модель Вінера. Модель загального вигляду. Модель із паралельним з'єднанням моделей загального вигляду.	2	Протягом семестру	Написання реферату
24	Програмна реалізація алгоритмів ідентифікації нелінійних динамічних об'єктів та систем у частотній області.	1	Протягом семестру	опитування
25	Завдання планування експерименту. Основні положення сучасний підхід до експерименту. Експериментальні плани типу $2^n$ .	2	Протягом семестру	Написання реферату
26	Повний факторний експеримент (ПФЕ). Кодування значення факторів. Властивості матриці планування ПФЕ типу $2^n$ .	2	Протягом семестру	опитування
27	Властивості матриці планування ПФЕ типу $2^n$ . Обчислювальний алгоритм математичної обробки результатів експерименту. Статистичний аналіз результатів.	2	Протягом семестру	опитування
28	Статистичний аналіз рівняння регресії. Обчислення залишкової дисперсії, дисперсії та підступів коефіцієнтів регресії.	2	Протягом семестру	опитування
29	Перевірка гіпотези про значущість коефіцієнтів регресії. Перевірка гіпотези про адекватність подання результатів експерименту отриманим рівнянням регресії. Дослідження залишків. Отримання регресійної моделі методом Брандона. Трансцендентна регресія.	2	Протягом семестру	Написання реферату
30	Загальна робота 1кг пару в регенеративним циклі. Кількість теплоти, витраченої на 1кг пару. Регенеративний цикл паросилової установки	2	Протягом семестру	опитування
31	Постановка задачі оптимальної фільтрації. Отримання моделі оптимального фільтра у класі фізично реалізованих. Фільтр Калмана-Бьюсі.	2	Протягом семестру	опитування
32	Область застосування адаптивних алгоритмів. Алгоритми стохастичної апроксимації. Умови збіжності. Методи покращення збіжності. Однокрокові та багатокрокові алгоритми. Ідентифікація нестационарних об'єктів. Поточний спосіб найменших квадратів.	2	Протягом семестру	опитування
33	Зв'язок фільтра Калмана з рекурентним оцінюванням методом найменших квадратів з прикладу скалярного випадку. Розповсюдження результатів на багатовимірний випадок.	2	Протягом семестру	опитування
34	Вимоги до первинної діагностичної інформації. Виділення інформаційних ознак. Спектральні методи діагностики технічних систем.	2	Протягом семестру	опитування

35	Застосування ортогональних перетворень у задачах технічної діагностики.	2	Протягом семестру	опитування
36	Класифікація станів технічних систем. Основи теорії розпізнавання образів та її застосування у діагностиці.	1	Протягом семестру	опитування
37	Застосування нечітких множин у задачах технічної діагностики Основні поняття теорії нечітких множин. Побудова системи діагностики на основі нечітких множин.	1	Протягом семестру	опитування
38	Особливості застосування основного рівняння статистичної ідентифікації для систем, замкнених зворотним зв'язком. Кореляційні методи визначення динамічних об'єктів.	2	Протягом семестру	опитування
39	Визначення динамічних характеристик при псевдовипадкових впливах. Білий шум.	2	Протягом семестру	опитування
40	Методи «типової ідентифікації» лінійних об'єктів. Оцінювання структури моделі та її параметрів під час використання таблиць «типової ідентифікації».	2	Протягом семестру	опитування
41	Моделі-аналоги та методи їх налаштування. Види моделей-аналогів динамічних об'єктів. Структурні та Ізоморфні моделі. Модель Ейкхофа.	2	Протягом семестру	опитування
42	Види критеріїв наближення моделей об'єктів, що ідентифікуються. Алгоритми налаштування моделей.	2	Протягом семестру	опитування
43	Безпошукова ідентифікація динамічних об'єктів. Методи ідентифікації нелінійних динамічних об'єктів	2	Протягом семестру	опитування
44	Застосування методів гармонійної лінеаризації при ідентифікації нелінійних динамічних об'єктів Ідентифікація нелінійних об'єктів із використанням функціональних ступіневих рядів.	2	Протягом семестру	опитування
<b>Разом годин</b>		78	-	-

## 6. Рекомендована література

### Основна література:

1. Sibalija LJ., Architecture of on expert system for quality assurance in individual production of complex mechanical products, Proceedings of the Eleventh European Meeting on Cybernetics and Systems Research, University of Viena.
2. Любарецкий Г.Я., Слабоспицкий Р.П., Хаммурадов М.А., Абдушкина Р.М. Математическое моделирование и эксперимент. -К.: Вища школа, 1987.- 234с.
3. Киричков В.Н., Сильвестров А.Н. Построение адаптивных моделей динамических объектов по данным эксперимента. - К.: КГУ, 1985.- 344с.
4. Стеценко, І.В. Моделювання систем: навч. посіб. [Електронний ресурс, текст] / І.В. Стеценко; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2010. – 399 с. ISBN 978-966-402-073-9
5. А.В. Коваль. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів: навч. посібник / А.В. Коваль. - Житомир : ЖДТУ, 2018. - 133 с.
6. Karl J. Åström; Richard M. Murray (2008). Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers (PDF). Princeton University Press. ISBN 978-0-691-13576-2.



7. Kalman R. E. A new approach to linear filtering and prediction problems// Transactions of the ASME. 1960. N3.Karel J. Keesman. System Identification- Springer-Verlag London Limited 2011. – 333 p.

8. Жураковський Ю.П. Теорія інформації та кодування: підручник. / Ю.П. Жураковський, В.П. Полторак. – К.: ВШ, 2001. – 255с.

9. Дубовой В.М. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів і систем керування / Навчальний посібник, Вінниця: ВНТУ, 2012, 308 с., ISBN 978-966-641-504-5.

10. Букетов А.В. Ідентифікація і моделювання технологічних об'єктів та систем: навчальний посібник / Букетов А.В. –Тернопіль: СМП „Тайп“, 2009. –260 с.

#### **Додаткова література:**

1. Томашевський В.М., Жданова О.Г., Жолдакова О.О. Вирішення практичних завдань методами комп'ютерного моделювання: Навч. посібник.-К.:Корнійчук, 2001. – 267с.

2. Jan Babicz. Encyclopedia of ship technology. Second Edition. – Helsinki.: Wartsila corporation, 2015 – 663 p.

3. Остапенко Ю. А. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів керування: Підручник / Ю. А. Остапенко. – К.: Задруга, 1999. – 424 с

4. Жученко А.І., Кваско М.З., Куорак Н.А. Ідентифікація динамічних характеристик. Комп'ютерні методи. К.: ВІПОЛ, 2000.- 182с.

5. Мисак В.Ф. Методи ідентифікації статичних характеристик об'єктів керування. Навчальний посібник. - Київ : НТУУ «КПІ», 2010. - 62с..

6. Математичні методи ідентифікації динамічних систем : навчальний посібник/Б. І. Мокін, В. Б. Мокін, О. Б. Мокін.- Вінниця : ВНТУ, 2010. - 260 с.

7. Мокін Б.І., Мокін В.Б., Мокін О.Б. Математичні методи ідентифікації електромеханічних процесів. Навчальний посібник. - Вінниця: Універсум, 2005.-300с.

8. Тимченко А.А. Основи системного проектування та системного аналізу складних об'єктів: Підручник для студентів вищих закладів освіти/За ред..В.І.Бикова – К.:Либідь, 2000. – 270с.

9. Kelton W.D., R.P. Sadowski, and D.A. Sadowski: Simulation with Arena, McGraw-Hill, New York (1998).

#### **Інтернет-джерела:**

1. <http://metod.kart.edu.ua/>

2. <http://www.tmssoft-ltd.com/ua/about/about.php>

3. <http://7lib.chdu.edu.ua/pdl/posibnukii/33/3.Pdf>

4. <https://studopedia.org/4-164729.html>

### **7. Контроль і оцінка результатів навчання**

У якості контролю засвоєння теоретичного матеріалу використовується метод вибіркового опитування здобувачів ступеню вищої освіти «доктор філософії» перед початком нової лекції. За результатами виконання практичних робіт провадиться захист результатів отриманих у ході їх виконання. Протягом семестру провадяться поточні консультації з усіх питань, включаючи захист практичних робіт. Після успішного захисту практичних робіт, за умови виконання усіх форм поточного контролю здобувачі ступеню вищої освіти «доктор філософії» отримують залік.

<b>Елементи навчальної діяльності</b>	<b>Кількість занять</b>	<b>Максимальний бал за вид роботи</b>	<b>Всього за семестр, бали</b>
Активність роботи на лекціях, ведення конспекту лекцій	14	2	28
Письмове опитування за контрольними питаннями тем курсу	4	1	4
Усна відповідь на заняттях	14	1	14
Виконання практичних робіт та їх захист	7	2	14

Виконання індивідуального завдання на платформі LMS MOODLE	3	2	6
Проходження тесту на платформі LMS MOODLE	1	11	14
Заохочувальні бали (позапланова робота)	10	2	20
<b>Всього максимум за семестр</b>	-	-	100

#### **8. Політика навчальної дисципліни**

Всі види робіт які виконує здобувач ступеню вищої освіти «доктор філософії» під час вивчення курсу він виконує самостійно, окрім випадків коли це передбачено методичними рекомендаціями. Кожен здобувач вищої освіти виконує той варіант завдань, який попередньо погоджено з відповідним викладачем. Самостійна зміна варіантів завдань є підставою для недопущення здобувача вищої освіти до захисту відповідної практичної роботи. Під час виконання індивідуальних завдань здобувачі вищої освіти повинні керуватися нормами законодавства України щодо академічної доброчесності, Положенням про академічну доброчесність та етику академічних взаємовідносин в ХДМА СМЯ 04-160-2019 та інших нормативних документів.

Пропуски лекційних або практичних занять з будь яких причин потребують від здобувача вищої освіти самостійної проробки теоретичного матеріалу, оволодіння яким він повинен продемонструвати під час семестрових консультацій, про що викладачем робиться відмітка у особистому журналі викладача.

Здобувачі ступеню вищої освіти «доктор філософії», які навчаються за індивідуальним графіком, самостійно опановують теоретичний матеріал та демонструють оволодіння їм під час вибіркового опитування під час семестрових консультацій. Практичні завдання підлягають обов'язковому відпрацюванню.

Під час проведення усіх форм занять здобувачі ступеню вищої освіти «доктор філософії» повинні дотримуватися правил внутрішнього розпорядку встановлених у ХДМА.