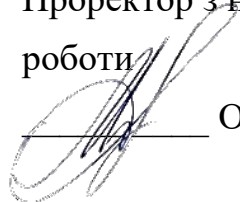


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКА ДЕРЖАВНА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ
КАФЕДРА СУДНОВОДІННЯ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчально-методичної
роботи



Олена ДЯГИЛЕВА

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

З освітньої компоненти

Автоматизація процесів управління та прийняття рішень за будь-яких умов навігації

Факультет

Судноводіння

Ступінь вищої освіти

Доктор філософії

Галузь знань

27 «Транспорт»

Спеціальність

271 «Морський та внутрішній водний транспорт»

Освітньо-наукова програма

Управління судновими технічними системами і комплексами

Курс

Другий

Форма навчання

Очна / Заочна

Херсон – 2024

Робочу навчальну програму ОК «Автоматизація процесів управління та прийняття рішень за будь яких умов навігації» розробив, згідно з освітньо - науковою програмою та навчальним планом підготовки «доктор філософії», галузь знань 27 «Транспорт», спеціальність 271 «Морський та внутрішній водний транспорт», д. т. н., професор кафедри управління судном Зінченко С.М., 24 с., мова навчання українська.

Професор кафедри управління судном _____

Сергій ЗІНЧЕНКО

Програму розглянуто та ухвалено на засіданні кафедри судноводіння
« 06 » листопада 2024 р., протокол № 4

Завідувач кафедри судноводіння _____

підпис

Дмитро МАКАРЧУК

Гарант освітньо-наукової програми _____

підпис

Володимир САВЧУК

Завідувач аспірантурою та
докторантурою _____

підпис

Едуард АППАЗОВ

Завідувач
навчально-методичного відділу _____

підпис

Валентина ЧЕРНЕНКО

Рада із забезпечення якості освітньої діяльності та якості освіти

ХДМА _____

Протокол від 19 вересня 2024 року № 1

Позначення та скорочення:

ЄКТС (ECTS) – Європейська кредитно-трансферна система;

ЗВО – здобувач вищої освіти;

ЗК – загальні компетентності;

Л – лекція;

ЛР – лабораторна робота;

ММО – Міжнародна морська організація;

ОК – освітня компонента;

ОНП – освітньо-наукова програма;

ПЗ – практичне заняття;

ПРН – програмні результати навчання;

СР – самостійна робота;

1. Місце освітньої компоненти в структурі освітньо-наукової програми

Освітня компонента «Автоматизація процесів управління та прийняття рішень за будь яких умов навігації» є вибірковою дисципліною. Загальна кількість годин 120 (4,0 кредити), з них: для очної форми навчання 56 годин аудиторних занять (28 годин лекцій, 28 годин практичних занять) та 64 години самостійна робота; для заочної форми навчання 12 годин аудиторних занять (6 годин лекцій, 6 годин практичних занять) та 108 годин самостійна робота.

Для успішного засвоєння ОК аспірант повинен мати базову підготовку з математики (величини і функції; аналітична геометрія на площині, похідні, диференціали, дослідження функцій; визначники і системи лінійних рівнянь; вектори і дії над ними; функції декількох змінних; аналітична геометрія на площині; матриці та їх застосування; невизначений та визначений інтеграли; диференціальні рівняння; ряди; елементи теорії імовірностей), фізики (одиниці вимірювання фізичних величин, системи координат, механічний рух; траєкторія, шлях, переміщення; графічне зображення руху, нерівномірний рух, прискорення; рух тіла по колу; рух тіла під дією кількох сил; Закони Ньютона; Закон збереження імпульсу; Закон збереження механічної енергії; потужність, механічні коливання, навички роботи з WORD, EXCEL, POWER POINT, PAINT, Інтернет, програмування на одній із мов) в об'ємі шкільної програми та спеціальних дисциплін в об'ємі магістерської підготовки.

Передбачається ознайомити слухачів із: структурою автоматизованих систем; повною математичною моделлю судна у вигляді системи диференціальних рівнянь, яка використовується для математичного моделювання; методами числового інтегрування; нейромережевою моделлю судна; поняттям надлишкового керування та надлишковими структурами виконавчих пристроїв; концепцією полюсу повороту та її використанням для підвищення ефективності керування; методами спостереження за параметрами вектору стану, недоступних прямому вимірюванню; методами оптимального керування та принципом максимуму Понтрягіна; математичним моделюванням у середовищі MATLAB; навчити практично використовувати розглянуті методи у дослідницькій діяльності.

Вивчення ОК «Автоматизація процесів управління та прийняття рішень за будь яких умов навігації» сприятиме розширенню наукового світогляду, підвищенню загальної наукової культури та розвитку мислення, забезпечить отримання знань, умінь і навичок, необхідних аспіранту для проведення подальших досліджень і підготовки матеріалів наукової роботи.

Вивчення ОК «Автоматизація процесів управління та прийняття рішень за будь яких умов навігації» направлено на формування наступних компетентностей, відповідно до ОНП «Управління судновими технічними системами і комплексами» підготовки докторів філософії:

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК10 - Здатність проявляти креативність, продукувати нові ідеї для розв'язання комплексних проблем у галузі професійної та/або дослідницької діяльності;

ЗК11 - Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації, що отримана з різних джерел;

ЗК12 - Здатність використання комп'ютерних, інформаційних та комунікаційних технологій, що необхідні для проведення наукових досліджень;

ЗК13 - Здатність планувати та виконувати наукові дослідження зі стадії постановки задачі до оцінювання та розгляду результатів і отриманих даних;

ЗК14 - Здатність продемонструвати свої знання та розуміння основних фактів, концепцій, правил та теорій, пов'язаних з предметом дослідження. Вміння інтерпретувати результати досліджень, здійснювати підготовку аналітичних матеріалів, наукових доповідей і презентацій та брати участь в дискусіях із досвідченими фахівцями.

Загально-фахові компетентності (ЗФК):

ЗФК1. Здатність формулювати наукову проблему, розробляти робочі гіпотези на основі наявних та здобутих нових цілісних знань в межах предметної області;

ЗФК2. Здатність генерувати нові ідеї та підходи, оцінювати і виявляти перспективи подальших наукових досліджень у професійній сфері.

ЗФК3. Здатність виконувати аналіз, синтез і моделювання складних систем різної природи в межах предметної області.

ЗФК4. Здатність використовувати знання предметної області, положення фундаментальних наук, уміння визначати проблемне поле та формулювати наукові та науково-практичні задачі.

ЗФК5. Уміння планувати, організовувати та здійснювати оригінальні наукові дослідження актуальних задач в предметній області.

ЗФК7. Володіння навичками системного аналізу.

ЗФК8. Здатність використовувати математичні методи дослідження та оптимізації при забезпеченні управління СТСіК.

Відповідно до ОНП, ЗВО повинні оволодіти наступними *результатами навчання (ОНП, пункт 7)*:

РН1 – Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження в межах предметної галузі і дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів, розробляти стратегічні плани щодо сфер застосування науково-дослідних розробок

РН2 - Встановлювати самостійно дослідницькі цілі

РН6 - Відходити від стереотипів, адаптуватися та діяти в новій ситуації, аргументувати нестандартні рішення в критичних ситуаціях.

РН19 - Трансформувати теоретичні знання у практичну площину.

РН21 - Вирішувати задачі інноваційного характеру за допомогою сучасних програмних та технічних засобів.

РН23 - Застосувати принцип системності при встановленні цілей функціонування організаційно-технічних і ієрархічних СТСіК.

РН27 - Визначати напрямки (складові) підвищення ефективності керування організаційно-технічними системами, визначати компоненти складових ефективності функціонування організаційно-технічних систем та їх критерії оцінювання.

РН34 - Застосувати методи моделювання для розв'язання задач оптимізації.

РН36 - Проектувати сучасні ефективні автоматизовані системи або засоби управління СТСіК з використанням комп'ютерно-інтегрованих технологій.

2. Опис освітньої компоненти

Програма освітньої компоненти «Автоматизація процесів управління та прийняття рішень за будь яких умов навігації» складена відповідно до ОНП «Управління судновими системами і комплексами» підготовки докторів філософії за спеціальністю 271 «Морський та внутрішній водний транспорт» та охоплює наступний контент.

Таблиця 2.2 – Контент ОК «Автоматизація процесів управління та прийняття рішень за будь яких умов навігації»

Функція	Компетенція	Підтема
Автоматизація процесів управління та прийняття рішень за будь яких умов навігації	Здатність формулювати наукову проблему, розробляти робочі гіпотези на основі наявних та здобутих нових цілісних знань в межах предметної області;	Надлишковість керування та надлишкові структури виконавчих пристроїв; Керування мінімально – надлишковою компланарною структурою двох кормових азиподів; Використання полюсу повороту при маневруванні судном .
	Здатність генерувати нові ідеї та підходи, оцінювати і виявляти перспективи подальших наукових досліджень у професійній сфері.	Надлишковість керування та надлишкові структури виконавчих пристроїв; Керування мінімально – надлишковою компланарною структурою двох кормових азиподів; Використання полюсу повороту при маневруванні судном
	Здатність виконувати аналіз, синтез і моделювання складних систем різної природи в межах предметної області.	Математична модель судна; Лінеаризація математичної моделі; Нейромережева модель судна; Числові методи інтегрування та пошуку екстремуму; Моделювання процесів оптимального керування на прикладі структури двох кормових

		азиподів з носовим підрулюючим пристроєм; Математичне моделювання у середовищі МАТЛАБ
	Здатність використовувати знання предметної області, положення фундаментальних наук, уміння визначати проблемне поле та формулювати наукові та науково-практичні задачі.	Умовна оптимізація. Метод множників Лагранжа; Моделювання процесів оптимального керування на прикладі структури двох кормових азиподів з носовим підрулюючим пристроєм; Основи класичної теорії автоматичного регулювання; Основи сучасної теорії автоматичного регулювання. Простір стану; Спостереження у просторі стану
	Уміння планувати, організовувати та здійснювати оригінальні наукові дослідження актуальних задач в предметній області.	Нейромережева модель судна; Керування мінімально – надлишковою компланарною структурою двох кормових азиподів; Використання полюсу повороту при маневруванні судном
	Володіння навичками системного аналізу	Математична модель судна; Керуючі сили і моменти та зовнішні впливи; Лінеаризація математичної моделі; Основи сучасної теорії автоматичного регулювання. Простір стану; Спостереження у просторі стану; Принцип максимуму Понтрягіна.
	Здатність використовувати математичні методи дослідження та оптимізації при забезпеченні управління СТСіК	Надлишковість керування та надлишкові структури виконавчих пристроїв; Керування мінімально – надлишковою компланарною структурою двох кормових азиподів; Умовна оптимізація. Метод множників Лагранжа; Моделювання процесів оптимального керування на прикладі структури двох кормових азиподів з носовим підрулюючим пристроєм; Принцип максимуму Понтрягіна; Використання полюсу повороту при маневруванні судном

Таблиця 2.3 - Опис освітньої компоненти

Термін вивчення освітньої компоненти		Обсяг Освітньої компоненти		Розподіл академічних годин за видами занять					Контроль знань		
Курс	Семестр (тільки для денної ф.н.)	Всього академічних годин	Кредити ECTS	Аудиторні заняття				Самостійна робота	Вид індивідуального завдання	Залік	Екзамен
				Лекції	Лабораторні заняття	Практичні заняття	Семінарські заняття				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	3	120	4	28		28		64		+	-
2з		120	4	6		6		108		+	-

3. Структура освітньої компоненти

Таблиця 3. - Зміст та опис освітньої компоненти

[illegible]

	3.2. Розкладання функції у ряд Тейлора 3.3. Лінеаризація математичної моделі судна 3.4. Питання для самоперевірки	2		2	4				2			7						
4	Нейромережева модель судна																	1, 6, 19, 21, 27, 34, 36
	4.1. Синтез математичної моделі з використанням нейронної мережі 4.2. Збір інформації та тренування мережі 4.3. Моделювання динаміки руху судна з нейромережевою моделлю 4.4. Питання для самоперевірки	2			4							7						
5	Числові методи інтегрування та пошуку екстремуму																	19, 21, 34, 36
	5.1. Методи числового інтегрування. 5.2. Методи пошуку екстремуму. 5.3. Питання для самоперевірки.	2		2	4						2	7						
6	Надлишковість керування та надлишкові структури виконавчих пристроїв																	6, 19, 27, 36
	6.1. Надлишкові структури та критерій оцінки надлишковості 6.2. Особливості схем керування IU=0, IU=-1 в умовах зовнішнього впливу вітру і течії	2			4							7						

	керувань 9.2. Основні програмні модулі, що використовуються для моделювання. 9.3. Математичне моделювання процесів динамічного позиціонування з цільовою функцією мінімального енергоспоживання 9.4. Математичне моделювання бокового руху судна з цільовою функцією максимальної бокової сили. 9.5. Математичне моделювання поздовжнього руху судна з цільовою функцією максимальної поздовжньої сили. 9.6. Питання для самостійної роботи.	2			4							7							
10	Основи класичної теорії автоматичного регулювання																		1, 19, 27, 36
	10.1. Перетворення Лапласа 10.2. Передавальні функції ланок 10.3. Передавальна функція системи 10.4. Амплітудно – частотна та фазо-частотна характеристики	2		2	4					2			7						

	10.5. ПІД – регулятор 10.6. Питання для самостійної роботи																	
11	Основи сучасної теорії автоматичного регулювання. Простір стану																	1, 19, 27, 36
	11.1. Поняття простору стану 11.2. Перехід у простір станів 11.3. Загальний вигляд системи у просторі станів 11.4. Керованість та спостережуваність систем 11.5. Питання для самостійної роботи	2		2	4							2	7					
12	Спостереження у просторі станів																	19, 21, 27, 34
	12.1. Спостерігаючий пристрій Льюенберга 12.2. Спостерігаючий пристрій Калмана 12.3. Використання спостерігаючого пристрою Калмана для оцінювання параметрів руху цілі 12.4. Питання для самостійної роботи	2		2	4								7					
13	Принцип максимуму Понтрягіна																	2, 6, 19, 21, 34
	13.1. Постановка задачі оптимального керування 13.2. Теоретичні основи Принципу максимуму Понтрягіна 13.3. Графічна інтерпретація Принципу	2		2	4								7					

	максимуму 13.4. Застосування Принципу максимуму для оптимізації часу підходу до об'єкту швартування 13.5. Питання для самостійної роботи																	
14	Використання полюсу повороту при маневруванні судном																	6, 19, 21, 34, 36
	14.1. Використання ПП при маневруванні судном без поздовжньої швидкості 14.2. Використання ПП при маневруванні судном з поздовжньою швидкістю 14.3. Питання для самостійної роботи	2		2	4							7						
15	Математичне моделювання у середовищі МАТЛАБ																	1, 21, 34, 36
	15.1. Середовище МАТЛАБ 15.2. Типи даних 15.3. Задання векторів та матриць 15.4. Робота з m – файлами 15.5. Побудова графіків 15.6. Оператори циклів та умов 15.7. Питання для самостійної роботи.			4	4							10						
Всього		28		28	64					6		6	108					

. Рейтингова система для оцінювання успішності здобувачів вищої освіти

Таблиця 4.3 - Оцінювання результатів освітньої діяльності здобувачів вищої освіти за семестр (залік)

Максимальна кількість балів, які мають змогу набрати здобувачі вищої освіти за кожний тематичний модуль				
Тематичний модуль	Денна навчання	форма	Заочна навчання	форма
1. Математична модель судна				
2. Керуючі сили і моменти та зовнішні впливи				
3. Лінеаризація математичної моделі				
4. Нейромережева модель судна				
5. Числові методи інтегрування та пошуку екстремуму				
6. Надлишковість керування та надлишкові структури виконавчих пристроїв				
7. Керування мінімально – надлишковою компланарною структурою двох кормових азиподів				
8. Умовна оптимізація. Метод множників Лагранжа				
9. Моделювання процесів оптимального керування на прикладі структури двох кормових азиподів з носовим підрулюючим пристроєм				
10. Основи класичної теорії автоматичного регулювання				
11. Основи сучасної теорії автоматичного регулювання. Простір стану				
12. Спостереження у просторі стану				
13. Принцип максимуму Понтрягіна				

14. Використання полюсу повороту при маневруванні судном				
15. Математичне моделювання у середовищі МАТЛАБ				
Усього за семестр				
Залік				
Всього				

Таблиця 4.4 - Бальні оцінки для елементів контролю (залік)

Елементи освітньої діяльності	Кількість робіт	Максимальний бал за вид роботи	Всього за семестр, бали
Активність роботи на лекціях\Ведення конспекту лекцій			
Написання\Виступ з доповіддю за тематикою, що відповідає плану освітньої компоненти			
Виконання практичних\лабораторних робіт та захист їх протоколів: <ul style="list-style-type: none"> - за правильне виконання практичної\лабораторної роботи з наданням повної відповіді - за правильне виконання практичної\лабораторної роботи з наданням неповної відповіді - за правильне виконання практичної\лабораторної роботи без надання відповіді - за виконання практичної\лабораторної роботи з помилками та з наданням неповної відповіді - за виконання практичної\лабораторної роботи з помилками та без надання відповіді 			
Виконання завдань самостійної роботи			
Проходження СВТ на платформі OTG			
Заохочувальні бали: <ul style="list-style-type: none"> - Всеукраїнські студентські конкурси наукових робіт, олімпіади, змагання: <ul style="list-style-type: none"> • призове місце\участь - Міжнародні студентські конкурси наукових робіт, олімпіади, змагання: <ul style="list-style-type: none"> • призове місце\участь - Участь у національних та міжнародних наукових конференціях (публікації тез, виступів, що підтверджується програмами конференцій та тезами доповідей) 			
Всього максимум за період:			100

5. Засоби діагностики та питання для проведення підсумкового контролю знань

Для перевірки знань під час вивчення освітньої компоненти «Автоматизація процесів управління та прийняття рішень за будь яких умов навігації» використовується LMS Moodle, а також:

- експрес-опитування на лекціях;
- експрес-опитування на практичних/лабораторних заняттях;
- захист звітів з практичних/лабораторних робіт;
- незалежне комп'ютерне тестування;
- залік.

Діагностична функція аналізу й оцінки знань, умінь та навичок з освітньої компоненти «Автоматизація процесів управління та прийняття рішень за будь яких умов навігації» загалом передбачає виявлення та усунення прогалин у знаннях ЗВО.

Таким чином, поточний та підсумковий контроль знань ЗВО проводиться шляхом *фронтального, індивідуального чи комбінованого опитування ЗВО* під час лекційних/практичних/лабораторних занять, виконання індивідуального завдання у процесі самостійної підготовки, складання заліку.

На позааудиторну роботу виносяться вивчення окремих питань чи проблем курсу «Автоматизація процесів управління та прийняття рішень за будь яких умов навігації», *виконання самостійних робіт (за індивідуальним завданням викладача), написання звітів з лабораторних та практичних занять*, підготовка до наступних лекційних занять, заліку, тощо.

ЗВО для підготовки до заліку/екзамену отримують наступний перелік питань:

Перелік питань до заліку:

Лекція 1

1. Що таке динамічні рівняння ?
2. Записати векторне динамічне рівняння лінійного руху.
3. Записати векторне динамічне рівняння кутового руху.
4. Що визначає система диференціальних кінематичних рівнянь лінійного руху ?
5. Як отримують систему кінематичних рівнянь лінійного руху?
6. Яку послідовність поворотів використовують для отримання системи кінематичних рівнянь лінійного руху?
7. Що таке таблиця направляючих косинусів?

8. Що визначає система диференціальних кінематичних рівнянь кутового руху ?
9. Яку послідовність поворотів використовують для отримання системи кінематичних рівнянь кутового руху?

Лекція 2

1. Які зовнішні сили і моменти діють на судно?
2. Від яких параметрів залежить сила упору гвинта?
3. Від яких параметрів залежить коефіцієнт гідродинамічного опору корпусу судна?
4. Від яких параметрів залежить коефіцієнт бокової гідродинамічної сили корпусу судна?
5. Від яких параметрів залежать коефіцієнт аеродинамічної сили опору корпусу судна?
6. Привести складові бокової сили від обертання гвинта.
7. Від чого залежать бокова сила стерна?
8. Від яких параметрів залежить коефіцієнт бокової гідродинамічної сили стерна?
9. Яка залежність коефіцієнту опору стерна від кута відхилення?

Лекція 3

1. Що таке лінеаризація?
2. Геометричний зміст лінеаризації.
3. Для чого виконується лінеаризація?
4. Як проводиться лінеаризація функцій?
5. Розкласти функцію $y = \cos(x)$ у ряд Тейлора.
6. Лінеаризувати функцію $y = \cos(x)$.
7. Як проводиться лінеаризація математичної моделі?
8. Фізичний зміст робочої точки.
9. Якщо функція не залежить від якогось параметру. Чому дорівнює похідна цієї функції по даному параметру?

Лекція 4

1. Фізична сутність нейромережевої моделі судна?
2. Яка властивість нейронної мережі використана у нейромережевій моделі судна?
3. Як вибирається структура нейронної мережі?
4. Як отримати рівняння руху судна (1) у дискретному вигляді?
5. Що таке тренування нейронної мережі?
6. Де можна застосовувати нейромережеву модель?
7. Чи можна використовувати нейромережеву модель за межами навчальної вибірки?
8. Чому нейромережева модель, навчена на вибірках зміни курсу, показує задовільні результати на циркуляції?

Лекція 5

1. Описати метод інтегрування Ейлера.

2. Описати метод трапецій. Переваги та недоліку методу трапецій перед методом Ейлера.
3. Описати метод Рунге – Кути 4-го порядку. Переваги та недоліки методу перед методом трапецій.
4. Назвати числові методи пошуку екстремуму.
5. Як працює метод глобального перебору ?
6. Як працює градієнтний метод ?
7. Як працює метод найшвидшого спуску ?
8. Назвати відомі Вам методи оптимізації, створені природою.
9. Як працює алгоритм оптимізації мурашиної колонії ?
10. Як працює алгоритм оптимізації бджолиного рою ?

Лекція 6

1. Що таке надлишкові структури виконавчих пристроїв?
2. Що таке критерій оцінки надлишковості?
3. Розрахувати надлишковість керування для свого судна.
4. Записати лінеаризовану модель судна для надлишкового керування $IU = -1$.
5. Записати лінеаризовану модель судна для надлишкового керування $IU = 0$.
6. Як отримати систему рівнянь, що описує усталений рух судна?
7. Які переваги схеми керування з надлишковістю на прикладі схем керування $IU = -1$ та $IU = 0$.

Лекція 7

1. Охарактеризувати схему керування з двома кормовими азіподами.
2. Навести математичну модель схеми керування з двома кормовими азіподами.
3. Яку надлишковість має така схема керування?
4. Охарактеризувати поверхню керування $P_x = f_x(P_1^*, P_2^*, \alpha_1, \alpha_2)$
5. Охарактеризувати поверхню керування $P_y = f_y(P_1^*, P_2^*, \alpha_1, \alpha_2)$
6. Охарактеризувати поверхню керування $M_z = f_z(P_1^*, P_2^*, \alpha_1, \alpha_2)$
7. Які параметри у наведених поверхнях змінні і які фіксовані?
8. Для чого потрібно розщеплення керування?
9. Розщепити керування для закону $\alpha_2 = 0$
10. Чи можна сказати, що оптимізація керування також виконує функцію розщеплення.

Лекція 8

1. Що таке умовний екстремум?
2. Як записати функцію Лагранжа?
3. Як отримати систему рівнянь для визначення оптимальних параметрів і умовного екстремуму функції Лагранжа ?

4. Чому у отриманій системі завжди кількість невідомих на 1 більше кількості рівнянь ?
5. Для чого, при вирішенні системи, перевіряють варіант $\lambda_0 = 0$?
6. Що таке тривіальні рішення?
7. Якщо варіант $\lambda_0 = 0$ дає тривіальні рішення, що потрібно робити далі?
8. Записати функцію Лагранжа для оптимізації керуючого моменту ристання при нульовій поздовжній керуючій силі і нульовій боковій керуючій силі.
9. Записати функцію Лагранжа для оптимізації поздовжньої керуючої сили при нульовій боковій керуючій силі і нульовому керуючому моменту.
10. Що потрібно зробити для вирішення системи нелінійних рівнянь, якщо не вдається знайти аналітичного розв'язку ?

Лекція 9

1. Для чого використовується процедура `fmincon(*)` МАТЛАБ ?
2. Описати параметри процедури `fmincon(*)`.
3. Для чого використовується ПІД – регулятор ?
4. Які програмні модулі використовуються для моделювання?
5. Призначення диспетчера програм.
6. Призначення методу Рунге – Кути.
7. Як забезпечується оптимізація енергоспоживання ?
8. Яка інформація представлена на рис. 7?
9. Як забезпечується оптимізація бокової керуючої сили ?
10. Яка інформація представлена на рис. 8?
11. Як забезпечується оптимізація поздовжньої керуючої сили ?
12. Яка інформація представлена на рис. 9?

Лекція 10

1. Для чого використовується перехід в область зображень (операторна форма)?
2. Записати оператор перетворення Лапласа.
3. Записати зображення функції Хевісайда.
4. Записати зображення функції $\sin(\omega t)$.
5. Що таке передавальна функція?
6. Записати передавальну функцію аперіодичної ланки.
7. Записати передавальну функцію коливальної ланки.
8. Записати передавальну функцію диференційної ланки.
9. Записати передавальну функцію інтегровальної ланки.
10. Записати передавальну функцію системи керування курсом судна.
11. Що таке АЧХ та ФЧХ?
12. Знайти АЧХ та ФЧХ для диференційної та інтегральної ланки.
13. Що таке П – регулятор ? Навести приклади П – регулятора.
14. Які недоліки П – регулятора?
15. Зобразити роботу П – регулятора на фазовій площині.

16. Що таке ПД – регулятор? Навести приклади ПД – регулятора.
17. Які переваги ПД – регулятора над П – регулятором?
18. Зобразити роботу ПД – регулятора на фазовій площині.
19. Що таке ПІД – регулятор? Навести приклади ПІД - регулятора.
20. Які переваги та недоліки ПІД – регулятора над ПД – регулятором.

Лекція 11

1. Що таке простір стану?
2. Як перейти у простір стану?
3. Загальний вигляд лінійних систем у просторі станів.
4. Векторна форма об'єкту керування та вимірювань у просторі станів.
5. Що таке фазова траєкторія?
6. Що таке керованість?
7. Що таке спостережуваність?
8. Хто вперше сформулював поняття керованість і спостережуваність систем.
9. Як визначити чи є система керована?
10. Як визначити чи є система спостережувана?

Лекція 12

1. Для чого використовують пристрої спостереження?
2. Записати векторне рівняння пристрою спостереження Льюенберга.
3. Для чого у пристроях спостереження використовують математичну модель об'єкту керування ?
4. Для чого у пристроях спостереження використовують модель вимірювачів?
5. Який принцип оцінювання параметрів, недоступних прямому вимірюванню, використовується у пристроях спостереження?
6. Чим відрізняється пристрій спостереження Калмана від пристрою спостереження Льюенберга?
7. Для чого у пристрої Калмана знаходять апостеріорну матрицю похибок оцінювання?
8. Яку інформацію використовує пристрій Калмана для оптимізації процесу оцінювання?
9. Записати систему рівнянь для оцінювання параметрів руху цілі.
10. Як задати матриці інтенсивності шумів зовнішніх впливів і вимірювання?

Лекція 13

1. Коли та ким був розроблений Принцип максимуму ?
2. Чому даний принцип формування керувань називається Принципом максимуму ?
3. Що таке спряжений вектор?
4. Записати формулу визначення спряженого вектору.
5. Фізичний зміст спряженого вектору.
6. Навести формулу Гамільтоніану.

7. Як використовується Гамільтоніан для визначення оптимального керування?
8. Чому у загальному випадку неможливо забезпечити розвиток процесу у напрямку спряженого вектору?
9. Що таке фазова площина?
10. Як отримати оптимальні траєкторії руху об'єкту керування 2-го порядку на фазовій площині?
11. Як забезпечується попадання вектору стану у кінцеве положення на фазовій площині для об'єктів 2-го порядку?
12. Як забезпечується попадання вектору стану у кінцеве положення для об'єктів керування більш високих порядків?

Лекція 14

1. Що таке полюс повороту. За якою формулою визначається його положення?
2. Властивості ПП і центру обертання.
3. Які керування розглянуті у схемі без поздовжньої швидкості?
4. Записати лінеаризовану систему диференціальних рівнянь для схеми з двома підрулюючими пристроями.
5. Як перейти до усталеного руху судна?
6. Що таке область керувань $R = R^*$?
7. Що таке область керувань $V_y = 0$?
8. Що таке область керувань $\omega_z = 0$?
9. Що таке коефіцієнт розподілу керувань $k_{ru} = f(R^*)$?
10. Як знаходиться формула коефіцієнту розподілу керувань?
11. Охарактеризувати особливі точки функції $k_{ru} = f(R^*)$.
12. Як знайти оптимальні керування?
13. Що таке абсциса і ордината полюсу повороту?
14. Записати систему лінеаризованих рівнянь поздовжнього, бокового та кутового руху судна.
15. Чим відрізняються лінії керувань для схем без поздовжнього руху і з поздовжнім рухом?

Лекція 15

1. Скільки та які вікна відкриваються після запуску МАТЛАБ?
2. Як задати вектор та матрицю?
3. Основні операції в МАТЛАБ
4. Типи даних
5. Що таке m – файли?
6. Що таке скрипт?
7. Що таке функція?
8. Прокоментувати програму побудови 2-х вимірних графіків
9. Прокоментувати програму побудови 3-х вимірних графіків

10. Назвати оператори циклів та прокоментувати їх роботу.

6. Рекомендована література

Основна:

1. Apostol – Mates, R., Barbu, A. Human error – the main factor in marine accidents. *Naval Academy Scientific Bulletin*. 2016. Vol. 19(2). DOI: 10.21279/1454-864X-16-I2-068
2. Hooyer H.H. Behavior and Handling of Ships. *Cornell Maritime Press*. 1983.
3. Cauvier H. The Pivot Point. The PILOT. *The official organ of the United Kingdom Maritime Pilots' Association*. 2008. Vol. 295. <http://www.pilotmag.co.uk/wp-content/uploads/2008/06/pilotmag-295-final-web.pdf>
4. Artyszuk J. Pivot point in ship manoeuvring. *Scientific Journals Maritime University of Szczecin*. 2010. Vol. 20, No 92. P. 13-24.
5. Seo S. G. Safer and More Efficient Ship Handling with the Pivot Point Concept. *The International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*. 2016. – Vol. 10, No 4. P. 605-612. DOI: 12.12716/1001.10.04.09

Допоміжна:

6. Вагущенко Л. Л. Цымбал Н. Н. Системы автоматического управления движением судна. Одесса: Феникс, 2007. 328 с.
7. Fossen, Thor I. (1994). Guidance and Control of Ocean Marine Vehicles. John Wiley and Sons Ltd. New York.
8. Son, K.H. and K. Nomoto (1982). On the coupled motion of steering and rolling of a high-speed container ship. *Naval Architecture and Ocean Engineering*.
9. Попович М. Г., Ковальчук О. В. Теорія автоматичного керування: Підручник. – К.: Либідь. – 2007. – 656с.
10. Аблесімов О. К. Теееорія автоматичного керування: навчальний посібник. – К.: Освіта України. – 2019. – 270с.
11. Мороз Ю. І. Конспект лекцій з курсу «Сучасні методи автоматичного керування»: навч. посіб. – Д.: РВВ ДДУ, 2000. – 48 с.
12. Новицький І. В., Ус С. А. Сучасна теорія керування: навчальний посібник. – Дніпро : НГУ, 2017. – 263 с.
13. Мокін Б. І. Математичні методи ідентифікації динамічних систем / Б. І. Мокін, В. Б. Мокін, О. Б. Мокін. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 260 с.
14. Клименко М. І., Панасенко Є.В., Ткаченко І.Г. Оптимальне керування: конспект лекцій для здобувачів ступеня вищої освіти магістра спеціальності «Математика» освітньо-професійної програми «Математика». Запоріжжя : ЗНУ, 2023. 77 с.

15. Brian R. Hunt, Ronald L. Lipsman, Jonathan M. Rosenberg. Матлаб R2007 с нуля, М.: Лучшие книги, 2008.- 352с.

Интернет-джерела:

16. I. Ostroumov. Основи програмування у МАТЛАБ за годину, https://www.youtube.com/watch?v=geRaQBP_arc
17. Дивеев И. Р. 14 типов судов с системой динамического позиционирования. Сайт «Английский для морфлота / more-angl.ru». URL: https://more-angl.ru/morskoe-sudno/14-tipov-sudov-Design and optimization of power hubs for Brazilian off-shore oil production units_s-sistemoj-dinamicheskogo-pozitsionirovaniya/
18. Zinchenko S., Tovstokoryi O., Nosov P., Popovych I., Kyrychenko K. Pivot Point position determination and its use for manoeuvring a vessel, Ships and Offshore Structures. Vol.18, Issue 3, pp. 358-364. DOI: 10.1080/17445302.2022.2052480
<https://doi.org/10.1080/17445302.2022.2052480>
19. Zinchenko S., Tovstokoryi O., Ben A., Nosov P., Popovych I, Nahrybelnyi Ya. Automatic optimal control of a vessel with redundant structure of executive devices. In: Babichev S., Lytvynenko V. (eds) *Lecture Notes in Computational Intelligence and Decision Making. ISDMCI 2021. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*. 2021. Vol. 77. P. 266-281, Springer, Cham. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-82014-5_18.