

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗАТВЕРДЖУЮ:

В.о. декана факультету
комп'ютерних інформаційних
технологій
Ігор ЯКИМЕНКО

« » 20 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ:

В. о. проректора з науково-
педагогічної роботи

Віктор ОСТРОВЕРХОВ

« » 20 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Директор навчально-наукового
інституту новітніх освітніх технологій

Святослав ПИТЕЛЬ

« » 20 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни

**«СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ НА ОСНОВІ
ВЕРТИКАЛЬНО-ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ»**

Ступінь вищої освіти – магістр

Галузь знань – 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»

Спеціальність – 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та
робототехніка»

Освітньо-професійна програма – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології

Кафедра спеціалізованих комп'ютерних систем

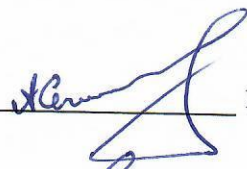
Форма навчання	Курс	Семестр.	Лекції (год.)	Практ. (год.)	ІРС (год.)	Тренінг (год.)	СРС (год.)	Разом (год.)	Залік. (сем.)
Денна	1	2	30	15	5	4	96	150	2
Заочна	1	1	8	4			138	150	3

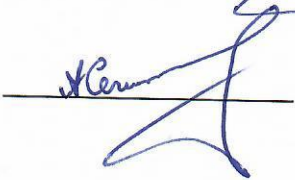
Робочу програму склав доцент кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем,
к.т.н. Гуменний Петро Володимирович

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри спеціалізованих
комп'ютерних систем
протокол № 3 від 12.10.2023р.

Завідувач кафедри  к.т.н., доцент Андрій СЕГІН

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності Автоматизація,
комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка
протокол № 2 від 12.10.2023 р.

Голова групи
забезпечення спеціальності  к.т.н., доцент Андрій СЕГІН

Гарант ОП  к.т.н., доцент Андрій СЕГІН

СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Системи автоматизованого управління на основі вертикально-інформаційної технології»

1. Опис дисципліни

Дисципліна “САУ на ВІТ”	Галузь знань, спеціальність, СВО	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів – 5	галузь знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»	Статус дисципліни – вибіркова Мова навчання - українська
Кількість залікових модулів – 4	Спеціальність – 174 “Автоматизація, комп’ютерно-інтегровані технології та робототехніка”	Рік підготовки: ДФН – 1, ЗФН - 1 Семестр: ДФН – 1, ЗФН – 2, 3
Кількість змістових модулів – 2	Освітній ступінь – магістр	Лекції: ДФН – 30 год. ЗФН – 8 год. Практичні заняття: ДФН – 15 год. ЗФН – 4 год.
Загальна кількість годин – 150		СРС: ДФН – 100 год, в т. ч. тренінг – 4 год. ЗФН – 138 год. Індивідуальна робота - 5 год.
Тижневих годин – 10, з них аудиторних – 3		Вид підсумкового контролю ДФН – залік ЗФН – залік

2. Мета і завдання дисципліни “Системи автоматизованого управління на основі вертикально-інформаційної технології”

2.1. Мета вивчення дисципліни.

Мета дисципліни “ Система автоматизованого управління на основі вертикально-інформаційної технології ” полягає в опануванні студентами методів створення та оптимізації комп’ютеризованих автоматизованих систем управління з використанням вертикально-інформаційної технології та кваліфікованого застосування опанованих методів у проектних роботах.

Дана дисципліна базується на використанні знань та положень відповідних розділів математики (особливо дискретної математики), електроніки та мікросхемо-техніки, алгоритмічних мов та програмування.

2.2. Завдання вивчення дисципліни:

Завдання дисципліни полягає у набутті студентами знань, умінь і здатностей (компетенцій) щодо розробки систем автоматизованого управління на основі вертикально-інформаційної технології для комп’ютеризованих систем управління і ефективного вирішення завдань професійної діяльності.

2.3. В результаті вивчення дисципліни студенти повинні знати:

- сучасні методи теорії автоматичного керування для розроблення автоматизованих систем управління технологічними процесами та об’єктами;
- спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для розв’язання складних задач і проблем автоматизації та комп’ютерно-інтегрованих технологій;
- функціональну, технічну та інформаційну структуру комп’ютерно-інтегрованих систем управління організаційно-технологічними комплексами із застосуванням мережевих та інформаційних технологій, програмно-технічних керуючих комплексів, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв та засобів людино-машинного інтерфейсу

2.4. В результаті вивчення дисципліни студенти повинні вміти:

- застосовувати сучасні математичні методи, методи теорії автоматичного керування, теорії надійності та системного аналізу для дослідження та створення систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, кіберфізичних виробництв;
- розробляти функціональну, організаційну, технічну та інформаційну структури систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, розробляти програмно-технічні керуючі комплекси із застосуванням мережевих та інформаційних технологій, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв, засобів людино-машинного інтерфейсу та з урахуванням технологічних умов та вимог до управління виробництвом;
- розробляти і використовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для створення систем автоматизації складними організаційно-технічними об'єктами, професійно володіти спеціальними програмними засобами.

3. Зміст дисципліни “Системи автоматизованого управління на основі вертикально-інформаційної технології”

Змістовий модуль 1. Теоретичні основи розробки та використання систем автоматизованого управління на основі вертикально-інформаційної технології.

Тема 1. Вплив вертикально-інформаційної технології на системи автоматизованого управління. Суть вертикально-інформаційної технології. Види систем автоматизованого управління. Класифікація систем автоматизованого управління по характеру внутрішніх динамічних процесів. Приклади дискретних та релейних систем автоматизованого управління.

Література: 1-20

Тема 2. Програми та алгоритми управління системами автоматизованого управління на основі вертикально-інформаційної технології. Програми управління. Лінійні алгоритми управління. Нелінійні алгоритми управління.

Література: 1-20

Тема 3. Класифікація та загальні характеристики елементів автоматики. Динамічний режим роботи елементів. Проектування елементів автоматики на основі вертикально-інформаційної технології.

Література: 1-20

Тема 4. Лінійні системи автоматизованого управління. Статичний режим роботи систем. Динамічний режим роботи систем.

Література: 1-20

Тема 5. Структурні схеми систем автоматизованого управління. Класифікація регуляторів. Принципи побудови структурних схем систем автоматизованого управління на основі вертикально-інформаційної технології.

Література: 1-20

Тема 6. Використання вертикально-інформаційної технології для аналізу стійкості та якості роботи систем авторизованого управління. Показники якості роботи систем автоматизованого управління.

Література: 1-20

Змістовий модуль 2. Методи проектування систем автоматизованого проектування з використанням вертикально-інформаційної технології.

Тема 7. Структура АСУ на основі промислової автоматики блочно-модульного типу. Промислові мережі, на яких будуються АСУ. Види модулів промислової автоматики виробництва фірми Siemens (ПЛК, модулі зв'язку, ведення / виведення сигналів, інтерфейсні модулі, панелі візуалізації). Метод Монте-Карло

Література: 1-20

Тема 8. Засоби реалізації інформаційного обміну вузлів АСУ на основі вертикально-інформаційної технології. Інтерфейс інформаційної взаємодії електронних пристроїв.

Література: 1-20

Тема 9. Принципи побудови АСУ на основі телемеханічних систем, основні поняття телемеханіки, способи передачі інформації, класифікації телемеханічних систем, функції телемеханічних систем, класичні структури телемеханічних систем.

Література: 1-20

Тема 10. Реалізація синтезу систем автоматизованого управління. Динамічні моделі систем керування. Модель мобілізації. Синтез регуляторів методом логарифмічно-частотних характеристик.

Література: 1-20

Тема 11. Системи числового програмного управління. Управління промисловими роботами та маніпуляторами.

Література: 1-20

Тема 12. Функції оператора у автоматизованих системах управління. Інформаційні характеристики оператора. Методи раціонального розподілу функцій між оператором та обчислювальною машиною.

Література: 1-20

4. Структура залікового кредиту з дисципліни “ Системи автоматизованого управління на основі вертикально-інформаційної технології

ДФН

	Кількість годин				
	Лекції	Практ.	Самост. робота	Інд. робота	Контр. заходи
Змістовий модуль 1. Теоретичні основи розробки та використання систем автоматизованого управління на основі вертикально-інформаційної технології.					
Тема 1. Вплив вертикально-інформаційної технології на системи автоматизованого управління. Суть вертикально-інформаційної технології. Види систем автоматизованого управління. Класифікація систем автоматизованого управління по характеру внутрішніх динамічних процесів.	2		12		Поточне опитування
Тема 2. Програми та алгоритми управління системами автоматизованого управління на основі вертикально-інформаційної технології. Програми управління. Лінійні алгоритми управління. Нелінійні алгоритми управління.	4	2	12		Ситуаційне завдання
Тема 3. Класифікація та загальні характеристики елементів автоматики. Динамічний режим роботи елементів. Проектування елементів автоматики на основі вертикально-інформаційної технології.	2		12		Поточне опитування
Тема 4. Лінійні системи автоматизованого управління. Статичний режим роботи систем. Динамічний режим роботи систем	2	2	10		Ситуаційне завдання
Тема 5. Структурні схеми систем автоматизованого управління. Класифікація регуляторів. Принципи побудови структурних схем систем автоматизованого управління на основі вертикально-інформаційної технології.	2		10		Поточне опитування
Тема 6. Використання вертикально-інформаційної технології для аналізу стійкості та якості роботи систем авторизованого управління. Показники якості роботи систем автоматизованого управління.	4	2	12	1	Ситуаційне завдання
Змістовий модуль 2. Методи проектування систем автоматизованого проектування з використанням вертикально-інформаційної технології.					
Тема 7. Структура АСУ на основі промислової автоматики блочно-модульного типу. Промислові мережі, на яких будуються АСУ. Види модулів промислової автоматики виробництва фірми Siemens (ПЛК, модулі зв'язку, ведення / виведення сигналів, інтерфейсні модулі, панелі візуалізації	2		7		Поточне опитування
Тема 8. Засоби реалізації інформаційного обміну вузлів АСУ на основі вертикально-інформаційної технології. Інтерфейс інформаційної взаємодії електронних пристроїв.	2	2	2		Ситуаційне завдання
Тема 9. Принципи побудови АСУ на основі телемеханічних систем, основні поняття телемеханіки, способи передачі інформації, класифікації телемеханічних систем, функції телемеханічних систем, класичні структури телемеханічних систем.	2	2	2	1	Поточне опитування

Тема 10. Реалізація синтезу систем автоматизованого управління. Динамічні моделі систем керування. Модель мобілізації. Синтез регуляторів методом логарифмічно-частотних характеристик.	4	2	12	1	Ситуаційне завдання
Тема 11. Системи числового програмного управління. Управління промисловими роботами та маніпуляторами.	2	2	2	1	Поточне опитування
Тема 12. Функції оператора у автоматизованих системах управління. Інформаційні характеристики оператора. Методи раціонального розподілу функцій між оператором та обчислювальною машиною.	2	1	2	1	Ситуаційне завдання
Тренінг			4		КПЗ
Разом	30	15	100	5	Іспит

ЗФН

Тема	ЗФН		
	Лекції	Практ.	СРС
Тема 1. Вплив вертикально-інформаційної технології на системи автоматизованого управління. Суть вертикально-інформаційної технології. Види систем автоматизованого управління. Класифікація систем автоматизованого управління по характеру внутрішніх динамічних процесів.	1		16
Тема 2. Програми та алгоритми управління системами автоматизованого управління на основі вертикально-інформаційної технології. Програми управління. Лінійні алгоритми управління. Нелінійні алгоритми управління.	1	1	18
Тема 3. Класифікація та загальні характеристики елементів автоматики. Динамічний режим роботи елементів. Проектування елементів автоматики на основі вертикально-інформаційної технології.	1		16
Тема 4. Лінійні системи автоматизованого управління. Статичний режим роботи систем. Динамічний режим роботи систем	1		16
Тема 5. Структурні схеми систем автоматизованого управління. Класифікація регуляторів. Принципи побудови структурних схем систем автоматизованого управління на основі вертикально-інформаційної технології.	1	1	18
Тема 6. Використання вертикально-інформаційної технології для аналізу стійкості та якості роботи систем авторизованого управління. Показники якості роботи систем автоматизованого управління.	1		18
Тема 7. Структура АСУ на основі промислової автоматики блочно-модульного типу. Промислові мережі, на яких будуються АСУ. Види модулів промислової автоматики виробництва фірми Siemens (ПЛК, модулі зв'язку, ведення / виведення сигналів, інтерфейсні модулі, панелі візуалізації	1	1	18
Тема 8. Засоби реалізації інформаційного обміну вузлів АСУ на основі вертикально-інформаційної технології. Інтерфейс інформаційної взаємодії електронних пристроїв.	1	1	18
Разом	8	4	138

5. Тематика практичних робіт.

Практична робота №1

Тема: Розробка людино–машинного інтерфейсу в інтегрованому середовищі розробки

Мета роботи: Набуття навичок розробки людино–машинного інтерфейсу, тобто екранної форми для проекту АСУТП парового котла, що містить мнемосхему ділянки регулювання із зображенням динаміки руху різних середовищ у трубопроводах, регулювальні органи, а також кнопки переходу на допоміжні вікна.

Питання для обговорення:

1. Яка процедура створення екрана?
2. Які дії можна виконати над графічними елементами?
3. Як імпортувати анімовані картини?
4. Як показати, що в трубопроводі тече рідина?

.Література: 1-20.

Практична робота №2

Тема: Розробка бази даних, відображення графічної інформації, створення кнопок переходу
Мета роботи: Набуття навичок розробки бази даних, по якій здійснюється робота системи з прив'язками, відображення графічної інформації у вигляді трендів, а також створення стрілочних приладів і блоків настроювання й управління регулятора з відповідними прив'язками.

Питання для обговорення:

1. Яка процедура створення кнопок переходів?
2. Як створити аргументи для екрана?
3. Як прив'язати аргументи екрана до каналів?
4. Як створити кнопку для введення значення?

Практична робота №3

Тема Розробка імітатора об'єкта мовою техно FBD

Мета роботи: Набуття навичок розробки імітатора об'єкта мовою Техно FBD, а також прив'язки каналів до аргументів програми.

Питання для обговорення:

1. Як створити імітатор об'єкта?
2. Як створити аргументи для програми?
3. Як запустити проект?
4. Як скомпілювати програму?

Література: 1-20.

Практична робота №4

Тема: Розробка журналу аварійних повідомлень

Мета роботи: Набуття навичок розробки журналу аварійних повідомлень.

Питання для обговорення:

1. Як створити словник повідомлень?
2. Як редагувати канали класу Float?
3. Як редагувати вузол *RTM_1*?
4. Як переглянути звіт аварійних повідомлень?

Література: 1-20

6. Комплексне практичне індивідуальне завдання

Варіанти КПЗ з дисципліни “Системи автоматизованого управління на основі вертикально-інформаційної технології”

Виконання розрахунково-графічної роботи, відповідно до завдання, наведеного нижче.

Тема: “Розробка модуля пам'яті колективного користування на основі кодів поля Галуа та вертикально-інформаційної технології системи керування для САПР”.

Початкові дані (числові дані, що не вказані, взяти згідно індивідуального варіанта з таблиці):

- кількість датчиків – 1;
- діапазон зміни напруги на виході датчика – _____ В;
- обмеження по частоті для аналогового сигналу – _____ КГц;
- максимальна похибка аналого-цифрового перетворення сигналу – _____ %;
- тип завадостійкого коду – код Хемінга;
- розташування перевірочних символів в кодової комбінації – _____ .

Склад системи:

- датчик величини, що вимірюється, з аналоговим виходом;
- блок перетворення і фільтрації вхідного аналогового сигналу;
- АЦП;
- кодер завадостійкого коду;
- блок перетворення паралельного коду в послідовний;
- пристрій керування і синхронізації.

7. Самостійна робота

№ п/п	Тематика
1	Принципи побудови АСУТП на основі телемеханічних систем, основні поняття телемеханіки, способи передачі інформації.
2	Класифікації телемеханічних систем, функції телемеханічних систем, класичні структури телемеханічних систем..
3	Призначення, функції та принципи побудови вузлів (ПУ та КП), з яких складаються АСУТП.
4	Аналіз чутливості. Постановка задачі. Аналіз чутливості методом прирощення. Аналіз чутливості прямим методом. Багатоваріантний аналіз
5	Загальна структура функціональних модулів як мікропроцесорних систем в ПУ та КП телемеханічних АСУ.
6	Статистичний аналіз. Постановка задачі. Аналіз методом найгіршого ви-падку. Аналіз методом Монте-Карло.
7	Вузлова структура багаторівневих розподілених АСУТП, задачі та функції рівнів АСУТП. Вузли АСУ (ПУ та КП)..
8	Вплив математичної моделі на вибір методів аналізу. Явні методи інтегрування. Неявні методи інтегрування. Комбіновані методи інтегрування.
9	Аналіз статичних режимів. Постановка задачі. Метод простої ітерації. Метод Зейделя.
10	Мови візуального програмування ПЛК. Програмні середовища розробки проектів АСУТП на основі промислової автоматики фірми Siemens.
11	Програмні середовища для конфігурування, налагодження та програмування ПЛК та панелей візуалізації
12	Інтерфейс інформаційної взаємодії електронних пристроїв SPI, використання SPI як основи реалізації інформаційної взаємодії між функціональними модулями всередині вузлів АСУТП..

8. Організація і проведення тренінгу

Тематика: Проектування системи керування автоматизованим процесом в середовищі MATLAB.

Порядок проведення:

1. Вступна частина: ознайомлення студентів з темою тренінгового заняття і видача завдання.
2. Практична частина: виконання завдань студентами згідно з індивідуальним завданням; оформлення короткого звіту.
3. Підведення підсумків: обговорення результатів виконаних завдань.

9. Методи навчання

У навчальному процесі використовуються: лекції, практичні та індивідуальні заняття, групова робота, реферування, а також методи опитування, тестування, ділові ігри тощо.

10. Методи оцінювання

У процесі вивчення дисципліни “Система автоматизованого управління на основі вертикально-інформаційної технології” використовуються наступні методи оцінювання навчальної роботи студентів:

- поточне тестування та опитування;
- залікове модульне тестування та опитування;
- оцінювання виконання КПЗ;
- ректорська контрольна робота;
- інше.

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни “Синтез цифрових систем керування” визначається як середньозважена величина, залежно від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Заліковий модуль 1	Заліковий модуль 2 (ректорська контрольна робота)	Заліковий модуль 3 (підсумкова оцінка за КППЗ, враховуючи поточне опитування)
30%	40%	30%
1. Письмова робота – мах 40 балів. 2. Практичне завдання: 2 практичні роботи по 30 балів – мах 60 балів	1. Письмова робота – мах 40 балів. 2. Практичне завдання: 2 практичні роботи по 30 балів – мах 60 балів	1. Підготовка КППЗ – мах 40 балів. 2. Захист КППЗ – мах 40 балів. 3. Участь у тренінгах – мах 20 балів

11. Шкала оцінювання:

За шкалою університету	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90–100	відмінно	A (відмінно)
85–89	добре	B (дуже добре)
75-84		C (добре)
65-74	задовільно	D (задовільно)
60-64		E (достатньо)
35-59	незадовільно	FX (незадовільно з можливістю повторного складання)
1-34		F (незадовільно з обов'язковим повторним курсом)

12. Інструменти, обладнання, ПЗ, перелік наочних матеріалів, використання яких передбачає навчальна дисципліна

№	Найменування	№ теми
	Мультимедійний проектор та проєкційний екран	1 -12
	Персональні комп'ютери	1 -12
	Комунікаційне програмне забезпечення (Zoom) для проведення занять у режимі он-лайн (за необхідності)	1 -12
	Комунікаційна навчальна платформа (Moodle) для організації дистанційного навчання (за необхідності)	1 -12
	Наявність доступу до мережі Інтернет	1 -12
1	Електронний варіант лекцій	1 -12
2	Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт (електронний варіант)	1 - 9

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Методи математичного моделювання та ідентифікації складних процесів і систем на основі високопродуктивних обчислень (нейро- та нанопористі кібер-фізичні системи із зворотніми зв'язками, моделі з даними розрідженої структури, паралельні обчислення): монографія / О.М. Хіміч, та ін. ; за ред. наукової ради Національної академії наук України. Київ : Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова, 2019. 176 с. ISBN: 978-966-02- 9188-1, <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/30745>
2. Naus K., Szymak P., Gucma L., Gucma M. Assessment of ship position estimation accuracy based on radar navigation mark echoes identified in an Electronic Navigational Chart. Measurement. 2021. 169, 108630.
3. Wang L., Liu Q., Dong S., Soares C.G. Effectiveness assessment of ship navigation safety countermeasures using fuzzy cognitive maps. Safety Science. 2019. Vol. 117, P. 352–364.
4. Mishra N., Hussain R., Goyal D., Sharma A.D. Time and efficiency comparison study of line following and RFID navigation technology with autonomous navigation using SLAM. Materials Today: Proceedings. 2021. P. 263.

5. Cheng X., Li G., Skulstad R., Major P., Chen S., Hildre H., Zhang H. Datadriven uncertainty and sensitivity analysis for ship motion modeling in offshore operations. *Ocean Eng.* 2019. Vol. 179. P. 261–272.
6. Vidoza J. A., Andreasen J. G., Haglund F., Reis M., Gallo W. Design and optimization of power hubs for Brazilian off-shore oil production units. *Energy*. 2019. Vol. 176, No 1. P. 656-666. DOI: 10.1016/j.energy.2019.04.022
7. Feng Y., Chen Z., Dai Yi, Wang F., Cai J., Shen Z. Multidisciplinary optimization of an offshore aquaculture vessel hull form based on the support vector regression surrogate model. *Ocean Engineering*. 2018. Vol. 166. P. 145-158. DOI: 10.1016/j.oceaneng.2018.07.062
8. Ma Y., Bi H., Hu M., Zheng Y., Gan L. Hard sail optimization and energy efficiency enhancement for sail-assisted vessel. *Ocean Engineering*. 2019. Vol. 173 (1). P. 687-699. DOI: 10.1016/j.oceaneng.2019.01.026
9. Luo, M., Shin, S. Half-century research developments in maritime accidents: Future directions. *Accident Analysis & Prevention*. 2019. Vol. 123. P. 448-460. DOI: 10.1016/j.aap.2016.04.010
10. Popovych I.S., Cherniavskiy V.V., Dudchenko S.V., Zinchenko S.M., Nosov P.S., Yevdokimova O.O., Burak O.O., Mateichuk V.M. Experimental Research of Effective “The Ship’s Captain and the Pilot”. Interaction Formation by Means of Training Technologies. *Revista Espacios*. 2020. Vol. 41, No 11. P. 30.
11. Nosov P.S., Zinchenko S.M., Popovych I.S., Ben A.P., Nahrybelnyi Y.A., Mateichuk V.M. Diagnostic system of perception of navigation danger when implementation complicated maneuvers. *Radio Electronics, Computer Science, Control*. 2020. No 1. P. 146-161.
12. Nosov P.S., Ben A.P., Mateichuk V.N., Safonov M.S. Identification of “Human error” negative manifestation in maritime transport. *Radio Electronics, Computer Science, Control*. 2018. Vol. 4, No. 47. P. 204-213. DOI: 10.15588/1607-3274-2018-4-20.
13. Nosov P., Palamarchuk I., Zinchenko S., Popovych I., Nahrybelnyi Y., Nosova H. Development of means for experimental identification of navigator attention in ergatic systems of maritime transport. *Bulletin of University of Karaganda. Technical Physics*. – 2020. - No 1(97). - P. 58-69. DOI 10.31489/2020Ph1/58-69
14. Wenxiang Gao, Qing Tang, Jin Yao, Yaru Yang. Automatic motion planning for complex welding problems by considering angular redundancy. *Robotics 262 and Computer-Integrated Manufacturing*. 2020. Vol. 62. DOI: 10.1016/j.rcim.2019.101862
15. Huang W., Xu H., Wang J., Miao C., Ren Y., Wang L. Redundancy Management for Fault-tolerant Control System of an Unmanned Underwater Vehicle. 5th International Conference on Automation, Control and Robotics Engineering (CACRE): Proceedings, China, 19-20 Sept. 2020. DOI: 10.1109/CACRE50138.2020.9230038
16. Li W., Shi G. Redundancy management strategy for electro-hydraulic actuators based on intelligent algorithms. *Advances in Mechanical Engineering*. 2020. DOI: 10.1177/1687814020930455.
17. Herrero E., Velasco F., Rodriguez J. Improving parameter estimation efficiency of a non linear manoeuvring model of an underwater vehicle based on model basin data. *Appl Ocean Res.* 2018. Vol. 76. P. 125–38.
18. Tongtong Wang, Guoyuan Li, Baiheng Wu, Vilmar Æsøy & Houxiang Zhang. Parameter identification of ship manoeuvring model under disturbance using support vector machine method. *Ships and Offshore Structures*. 2021. Vol. 16, No.1, P. 13-21.
19. Wilmer Ariza Ramirez, Zhi Quan Leong, Hung Nguyen, Shantha Gamini Jayasinghe. Non-parametric dynamic system identification of ships using multi-output gaussian processes. *Ocean Engineering*. 2018. Vol. 166, P. 26– 36.
20. Ivanovskii N., Chernyi S., Zhilenkov A., Emelianov V. Development of Algorithms for Identifying Parameters of the Maritime Vessel Motion Model in Operating Conditions with Elements of Intellectual Analysis. *Journal of Marine Science and Engineering*. 2021. Vol. 9, No 4. P. 418.