

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ І ЗВ'ЯЗКУ

КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ АВТОМАТИЗОВАНИХ
СИСТЕМ

Методичні вказівки та завдання
до самостійної роботи студентів
для підготовки бакалаврів

Спеціальність:

151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Укладач: доц. Андрій СТОПАКЕВИЧ

Розглянуто та схвалено на засіданні кафедри
Автоматики та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Протокол від “29” серпня 2022 року № 1

В.о. завідувача кафедри _____ Олена ВОРОБІЙОВА
(підпис)

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Вимоги до самостійної роботи студента	5
2 Зміст програми навчальної дисципліни.....	6
3 Завдання для самостійного вивчення.....	8
4 Питання до екзаменаційного контролю та критерії оцінки.....	11
5 Рекомендована література.....	13

Вступ

Відповідно до ОПП дисципліна «Комп'ютерно-інтегровані технології автоматизованих систем» є складовою частиною програми підготовки бакалаврів для спеціальності «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». Вона вивчається студентами після успішного оволодіння дисципліною Апаратне та програмне забезпечення інформаційних систем паралельно з дисципліною Теорія автоматичного керування

Метою викладання навчальної дисципліни “Комп'ютерно-інтегровані технології автоматизованих систем” є формування у студентів здатності приймати виважені рішення при проєктуванні архітектури та програмного забезпечення систем автоматизації, які враховують сучасні досягнення в галузі сенсорних мереж, SCADA, MES та ERP систем, ергономіки промислових інтерфейсів, інтелектуальних систем зберігання даних, експертних систем й кібербезпеки промислових комп'ютерних й сенсорних мереж.

Основним завданням вивчення дисципліни “Комп'ютерно-інтегровані технології автоматизованих систем” є формування вміння приймати виважені рішення при проєктуванні архітектури та програмного забезпечення систем автоматизації, які враховують сучасні досягнення в галузі сенсорних мереж, SCADA, MES та ERP систем, ергономіки промислових підприємств, інтелектуальних систем зберігання даних, експертних систем й кібербезпеки промислових комп'ютерних й сенсорних мереж.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен надбати наступні компетенції:

K16. Здатність використовувати для вирішення професійних завдань новітні технології у галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, зокрема, інтелектуальні технології, проєктування багаторівневих систем керування, збору даних та їх архівування для формування бази даних і бази знань параметрів процесу та їх візуалізації за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу.

K19. Здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач автоматизації.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен надбати наступні програмні результати навчання:

ПР03. Вміти застосовувати сучасні інформаційні та інтелектуальні технології та мати навички розробляти алгоритми та комп'ютерні програми з використанням мов високого рівня та технологій об'єктно-орієнтованого програмування, створювати бази даних та бази знань, використовувати інтернет-ресурси.

ПР05. Вміти застосовувати методи теорії автоматичного керування та інтелектуальні технології для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування експертних систем та систем прийняття рішень.

1 Вимоги до самостійної роботи студента

Обсяг трудомісткості дисципліни «Ком'ютерно-інтегровані технології автоматизованих системи» - 6 кредитів (180 годин). Дисципліна викладається два семестри.

В першому семестрі вивчення дисципліни виділено часу на лекційні заняття – 22 години, практичні – 12 годин, індивідуальну та самостійну навчальну роботу – 56 годин. Підсумкова форма контролю – накопичувальний залік.

В другому семестрі вивчення дисципліни виділено часу на лекційні заняття – 22 години, практичні – 12 годин, індивідуальну та самостійну навчальну роботу – 56 годин. Підсумкова форма контролю – екзамен.

Для засвоєння всіх тем згідно з навчальним планом студент має:

- засвоїти матеріал лекційного заняття;
- провести підготовку до практичних занять (провести збір необхідних матеріалів за варіантом) та виконати їх на заняттях;
- ознайомитись з матеріалом для самостійного засвоєння і сформулювати короткий конспект вивченого, що вимагає використання літературних джерел і мережі Інтернет;
- виконати завдання індивідуальної роботи та письмово оформити відповідь.

2 Зміст програми навчальної дисципліни

Програма навчальної дисципліни включає оволодіння наступними змістовими модулями:

Змістовий модуль 1. Основні підходи до реалізації систем комп'ютерного управління в АСУТП

Тема 1. Огляд основних підходів до реалізації комп'ютерного управління в АСУ ТП. Порівняння автоматизованого управління і комп'ютерно-інтегрованого управління. Огляд можливостей і програмного забезпечення сучасних ПЛК різних виробників, робочий цикл. РАС-контролери. Можливості та типи сучасних промислових сенсорних панелей.

Тема 2. Програмне забезпечення АСУТП нижнього рівня. Проблема відповідності керуючого пристрою і програмного забезпечення для управління технологічним процесом. Технології обміну даними OPC та OPC UA. Програмне забезпечення ПЛК. Застосування операційних систем реального часу для розробки надійного програмного забезпечення для управління технологічним процесом.

Тема 3. Огляд можливостей систем автоматичного контролю і збору інформації (SCADA) та їх архітектура. Необхідність появи таких систем. Еволюція SCADA-систем. Архітектура та основні компоненти сучасних SCADA-систем. Web-SCADA системи.

Змістовий модуль 2. Розробка інтерфейсу людина-машина (ЛМІ) з врахуванням психологічних особливостей операторів

Тема 1. Проєктування інтерфейсів людино-машинних систем. Вплив інтерфейсу на діяльність. Стандартизація проєктування інтерфейсів, основні джерела міжнародних стандартів, проблема застарілості рекомендацій ряду стандартів. Процедура проєктування інтерфейсів. Сучасні людино-машинні інтерфейси: класифікація і методи оцінки якості. Метрики юзабіліті (ISO 9241): ефективність, продуктивність, задоволеність. Поняття ситуативної усвідомленості оператора-технолога (SA) та методи її досягнення в умовах великої кількості екранів та інформації.

Тема 2. Важливість значної уваги до ЛМІ, аналіз досвіду розробників стандарту ISA 101. Основні рекомендації по розробці ефективних ЛМІ систем промислової автоматизації. Вимоги до стаціонарних комп'ютерних систем: організація робочого місця, графічне оформлення, ієрархія екранів, відображення трендів. Особливості розробки мобільних інтерфейсів. Моделі і методи опису діяльності оператора ЛМІ. Моделювання як засіб покращення інтерфейсу на етапі його проєктування.

Змістовий модуль 3. Основні підходи до реалізації систем комп'ютерного управління в АСУТП

Тема 1. Програмне забезпечення верхнього рівня для промислового підприємства. Визначення рівнів інформаційних систем: OLAP, ERP, MES/проміжний/інтеграції. Інтеграція ERP і OLAP систем. Основні приклади ERP і OLAP систем. Системи Data Warehouse.

Самостійно: Основні проблеми міграції з ERP-системи 1С на ERP-системи закордонних та вітчизняних виробників

Тема 2. Впровадження ERP-системи на виробничому підприємстві. Основні технічні вимоги до ERP-системи. Основні етапи розробки проекту впровадження. Адаптація ERP-системи до потреб підприємства. Впровадження ERP-системи в виробничу експлуатацію.

Тема 3. Реалізація MES системи на базі стандарту ISA 95. Система контролю і обліку роботи підприємства. Система зведення матеріального балансу. Система календарного планування і планування виробництва. Система автоматизації лабораторії. Система контролю електро- і теплоресурсів.

Тема 4. Реалізація системи управління рецептурним виробництвом на базі стандарту ISA 88. Фізична модель, модель процесу, модель процедурного управління, модель активності. Реалізація рецептів за допомогою діаграми PFC.

Тема 5. Огляд можливостей сучасного ПЗ, яке реалізує стандарти ISA 95 і ISA 88, на прикладі програмного забезпечення Simatic. Оцінка якості програмного забезпечення виробничого підприємства. Типи помилок ПЗ. Формалізовані методи управління якістю ПЗ за допомогою методів програмної інженерії. Моделі якості ПЗ.

Змістовий модуль 4. Організація та налаштування прикладних систем

Тема 1. Інтелектуальні системи зберігання даних в АСУТП. Огляд можливостей рішень Oracle, Microsoft для побудови СУБД на виробничих підприємствах. Недоліки застосування корпоративних СУБД для операції з промисловими даними. Архітектура сервера консолідації на прикладі WideTrack і OSISoft. Хмарні технології в промисловій автоматизації. Типи хмар: IaaS, SaaS, PaaS.

Тема 2. Кібербезпека в промисловій автоматизації. Об'єкти кіберзагроз в промисловості. Мотиви кібератак. Комплексна стратегія забезпечення кібербезпеки Defense-in-Depth. Системне забезпечення кібербезпеки: етап специфікації, етап розробки, етап інтеграції, етап тестування. Сегментація мереж промислового підприємства. Реалізація DMZ. Адміністративні заходи щодо управління віддаленим доступом та доступом з бездротових пристроїв. Управління оновленнями. Управління політикою доступу. Захист доступу до комп'ютерів та фізичний захист засобів автоматизації. Сценарії поведінки при виявленні доступу.

Тема 3. Експертні системи в автоматизації виробництва. Ситуації, в яких необхідно застосування ЕС. Характеристики сучасних ЕС. Класи задач, що

вирішують ЕС на виробництві. Управління нештатними ситуаціями, потужністю виробництва, оптимізація процесу за допомогою

Тема 4. Комп'ютерне управління при четвертій промисловій революції. Поняття кібер-фізичної системи. IoT і M2M. Типові функції і можливості ПЗ IoT. Обробка великої кількості даних. Робототехніка – від парадигми програмування до парадигми навчання. Автоматичне виробництво.

3 Завдання для самостійного вивчення

Кожна тема вимагає вивчення матеріалу, який не розглядався на лекціях. Крім опорної літератури для знаходження фактичного матеріалу необхідно застосовувати мережу Інтернет.

Змістовий модуль 1

Тема 1.

Архітектура сучасних РАС-контролерів

Рекомендовані літературні джерела [2, 4]. Сформувані критерії порівняння РАС контролерів й провести порівняльний аналіз декількох сучасних РАС-контролерів різних виробників. Навести приклади застосунків РАС контролерів в сучасних системах автоматизації.

Тема 2.

Протокол IoT MQTT

Рекомендоване літературне джерело [2]. Сформувані критерії порівняння MQTT і OPC UA й провести порівняльний аналіз. Навести приклади застосунків протоколу MQTT в сучасних системах автоматизації.

Тема 3.

Технології відображення графічних інтерфейсів в браузері Web-SCADA систем

Рекомендовані літературні джерела [5,2]. Сформувані критерії порівняння Web-SCADA систем й провести порівняльний аналіз Web-SCADA систем різних виробників. Ознайомитись з мовою SVG. Сформувані простий людино-машинний інтерфейс системи автоматизації за допомогою цієї мови і відобразити його в браузері.

Змістовий модуль 2

Тема 1.

Стандарт ISO 9241. 44 принципи досягнення ситуаційної усвідомленості, принципи розробки інтерфейсів для командної роботи

Рекомендовані літературні джерела [1, 3, 6]. Виділити основні положення стандарту ISO 9241. Ознайомитись з 44 принципами досягнення ситуаційної усвідомленості за Ендслі. Навести приклад інтерфейсу для командної роботи і визначити які принципи необхідно дотримуватись при його розробці.

Тема 2.

Аналіз причин позаштатних ситуацій, які представлені ASM Consortium
Психограма праці оператора-технолога промислового технологічного процесу.

Рекомендовані літературні джерела [9,3,1]. Ознайомитись з аналізом причин позаштатних ситуацій, які представлені ASM Consortium. Навести приклад психограми праці оператора технолога промислового ТП за вибором.

Змістовий модуль 3.

Тема 1.

Основні проблеми міграції з ERP-системи 1С на ERP-системи закордонних та вітчизняних виробників

Рекомендовані літературні джерела [5,2]. Ознайомитись з проблемою. Знайти й ознайомитись з прикладами успішної міграції.

Тема 2.

Порівняльний аналіз сучасних ERP-систем.

Рекомендоване літературне джерело [5]. Сформулювати критерії порівняння ERP систем та провести за ними порівняльний аналіз основних (щонайменше 3-х) ERP систем, присутніх на ринку.

Тема 3

Огляд можливостей пакету Easy 95 ODS

Рекомендовані літературні джерела [5,2]. Ознайомтесь з можливостями пакету. Наведіть приклад його успішного застосування в задачах автоматизації.

Тема 4.

Застосування ISA 88 для дискретних виробництв

Рекомендовані літературні джерела [1,4]. Наведіть приклад застосування ISA 88 для дискретних виробництв. Перелічте та дайте характеристику основним алгоритмам, які реалізовані в ньому.

Тема 4

Характеристики якості програмного продукту згідно ISO 25010:2011

Рекомендовані літературні джерела [3,2]. Ознайомтесь з стандартом. Сформулюйте 8 характеристик якості та 31 підхарактеристику якості ПЗ. Наведіть приклад формування шлях вимірювання основних характеристик якості для SCADA-системи.

Змістовий модуль 4.

Тема 1.

Застосування СУБД NoSQL для швидкого аналізу технологічних даних

Розрахунок вартості володіння хмарою Windows Azure

Рекомендовані літературні джерела [2,5]. Сформулюйте критерії порівняння та проведіть порівняльний аналіз щонайменше трьох СУБД NoSQL типу, які доцільно застосовувати для задач автоматизації. Проведіть розрахунок вартості володіння хмарою Windows Azure в порівнянні з довільним рішенням іншого виробника.

Тема 2.

Аналіз випадків взломів SCADA систем і промислових систем автоматизації

Рекомендовані літературні джерела [2,3,5]. Визначити основні причини наявної архітектурної недосконалості в сучасних SCADA системах та іншому програмному забезпеченні систем автоматизації. Проаналізувати три випадки знайдених вразливостей SCADA-систем та пояснити їх виходячи з визначених причин архітектурної недосконалості.

Тема 3.

Інтеграція експертної системи і SCADA-системи

Рекомендоване літературне джерело [5]. Визначити основні проблеми інтеграції. Навести приклад такої інтеграції для довільного технологічного процесу.

Тема 4.

Соціальні проблеми автоматичного виробництва, ринок професій через 10 років.

Рекомендоване літературне джерело [5]. Ознайомитись з соціальними проблемами, які призводить автоматизація по причині зміни ринку праці. Проаналізуйте динаміку розвитку автоматизації в останні 30 років. Ознайомтесь з прогнозами ринку професій через 10 років.

4 Питання до екзаменаційного контролю та критерії оцінки

Екзаменаційна робота под дисципліні «Комп'ютерно-інтегровані технології автоматизованих систем» проводиться в семестрі 3.2 і складається з двох частин:

- 1) питання;
- 2) практична частина.

Перелік питань наступний:

1. Стандартизація процесу розробки ЛМІ. Основні міжнародні стандарти з ергономіки і побудови ЛМІ.
2. Процедура проєктування ЛМІ. Основні етапи і задачі проєктування.
3. Функціональне проєктування ЛМІ. Методи функціонального аналізу.
4. Основні принципи розробки сучасних комп'ютерних графічних інтерфейсів ЛМІ.
5. Проєктування взаємодії ЛМІ. Види працездатності оператора і принципи проєктування ефективної взаємодії людини з інтерфейсом.
6. Класифікація ЛМІ за способами представлення та вибірки інформації.
7. Поняття «юзабіліті» за ISO-9241-2010:210. Метрики «юзабіліті».
8. Ситуаційна обізнаність. Способи досягнення ситуаційної обізнаності в ЛМІ.
9. Традиційні помилки розробки комп'ютерних інтерфейсів для операторів технологічних процесів.
10. Основні вимоги до графічних інтерфейсів за стандартом ISA-101.
11. Ієрархія екранів відповідно до стандарту ISA-101.
12. Моделі і методи опису діяльності оператора ЛМІ.
13. Реалізація комп'ютерного управління в системах автоматизації 4-го й 5-го поколінь. Сенсорні мережі.
14. Огляд можливостей сучасних ПЛК. Робочий цикл ПЛК. Реалізація програмного забезпечення для управління за допомогою ПЛК.
15. Промислові комп'ютери і РАС-контролери. Реалізація задач управління за допомогою операційних систем реального часу.
16. Стандарт OPC DA.
17. Стандарт OPC UA.
18. SCADA-системи. Основні задачі, що вирішують SCADA-системи.
19. Еволюція SCADA-систем. SCADA-системи в системах автоматизації 3-6 поколінь.
20. Основні компоненти сучасних SCADA-систем.
21. Реалізація людино-машинного інтерфейсу засобами HMI-панелей: переваги й обмеження.

- 22.Засоби зберігання інформації в SCADA системах. Огляд можливостей сучасних СУБД.
- 23.Web-SCADA системи. Технічні особливості реалізації Web-SCADA систем.
- 24.Операційні системи жорсткого і м'якого реального часу. Особливості розробки програмного забезпечення для систем реального часу.

Відповіді на питання оцінюються в 60 балів.

Практичне завдання наступне: позробити графічний інтерфейс оператора в Simple SCADA, що взаємодіє з імітаційною моделлю реального часу. Графічний інтерфейс має містити: схематичне зображення апарату з його стандартним позначенням, тренди, аналогові шкали, цифрові позначення, елементи для встановлення завдання і визначення величини збурення. Математичну модель необхідно побудувати за розгінними характеристиками. Виконання завдання оцінюється на 40 балів.

Загальна оцінка розраховується як додаток оцінок тестового та практичного завдання.

Для отримання оцінки “відмінно” студент повинен отримати загальну оцінку 90-100 балів

Для отримання оцінки “добре” студент повинен отримати загальну оцінку 75-89 балів

Для отримання оцінки “задовільно” студент повинен отримати загальну оцінку 60-74 балів

Студент, що набрав менше 60 (шістдесят) балів за загальною оцінкою тестування та практичних завдань, отримує оцінку “незадовільно”.

5 Рекомендована література

1. Ладанюк А.П., Заєць Н.А., Власенко Л.О. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування). Київ : Ліра – К, 2020.
2. Пупена О.М. Розроблення людино-машинних інтерфейсів та систем збирання даних з використанням програмних засобів SCADA/HMI. Київ : Ліра-К, 2020.
3. Трегуб В. Автоматизація об'єктів періодичної дії. Київ : Ліра – К, 2017.
4. Черевко О. І., Кіптела А. В., Михайлов В. М. Автоматизація виробничих процесів. Харків : Харк. Держ. ун-т харчування та торгівлі, 2014.
5. Барало О.В., Самойленко П.Г., Гранат С.Є., Ковальов В.О. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування. Київ : Аграрна освіта, 2010. 557 с.
6. Manoj K. S. Industrial Automation with SCADA: Concepts, Communications and Security. Chennai (India) : Notion Press, 2019.
7. Seborg D., Edgar T., Mellichamp D., Doyle F. Process dynamics and control (4th edition). John Wiley & Sons, 2016.
8. Bradford M. Modern ERP: Select, Implement, and Use Today's Advanced Business Systems (3rd edition). Raleigh (North Carolina), USA : Lulu.com, 2015
9. Pelphrey M. Directing the ERP Implementation. Boca Radon : CRC Press, 2015.
10. McCrady S. Designing SCADA Application Software: A Practical Approach. London: Elseiver, 2013.
11. Gifford C. The MOM Chronicles ISA-95 Best Practices Book 3.0. Durham (North Carolina) : International Society of Automation, 2013.