



Комп'ютерні системи керування термохімічними та електрохімічними процесами видобутку водню

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий(магістр)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>
Освітня програма	<i>Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів 150 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Іспит / розрахунково-графічна робота (РГР), модульна контрольна робота (МКР)</i>
Розклад занять	<i>https://schedule.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доцент, Торопов Антон Валерійович, тел. 066-736-54-53, email: toropovtosha@ukr.net ¹ Практичні: к.т.н., доцент, Торопов Антон Валерійович, тел. 066-736-54-53, email: toropovtosha@ukr.net асистент, Торопова Лілія Володимирівна, тел. 050-633-76-20, email: liliaya@ukr.net
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/c/Nzc0OTI1NTQ1MjU3?cjc=fa6xb5ij</i>

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Ця дисципліна є продовженням знайомства студентів з автоматизацією технологічних процесів та синтезом логічних систем керування. Надаються основи побудови систем автоматизованого видобутку водню на базі комп'ютерних систем керування. Описуються основні вимоги до елементів системи автоматизації, обчислювальних пристроїв, алгоритмів керування та обробки цифрових сигналів від датчиків технологічних параметрів. Також надається опис стандартів та вимог України до вузлів автоматизації, вимог до іскробезпеки та вибухобезпеки електротехнічного обладнання, функціональної безпеки та вимог до рівня представлення інформації оперативному персоналу.

Програмні результати навчання:

Компетенції: (K19) Здатність використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання, автоматизованого проектування, автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем; (K22) Здатність до розробки засобів, способів і методів науки і техніки, спрямованих на автоматизацію діючих і створення нових автоматизованих та автоматичних технологій і виробництв.

Уміння: (ПР14) Опановувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах; (ПР17) Створювати інтелектуально - адаптивні системи автоматизованого керування і контролю технічного стану електромеханічним обладнанням на основі застосування програмовано-логічних контролерів.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Навчальна дисципліна «Комп'ютерні системи керування термохімічними та електрохімічними процесами видобутку водню» викладається на основі знань та умінь, одержаних студентами під час вивчення кредитних модулів на першому рівні освіти таких дисциплін як «Автоматизація технологічних процесів», «Фізика», «Автоматизація та сучасні технології», тощо.

Знання та уміння, одержані в процесі вивчення кредитного модуля «Комп'ютерні системи керування термохімічними та електрохімічними процесами видобутку водню», є необхідними для кожного фахівця даної спеціальності, які вирішують інженерні завдання у сфері автоматизації електрохімічних та теплових процесів, а також та при виконанні магістерської дисертації.

3. Зміст навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Комп'ютерні системи керування термохімічними та електрохімічними процесами видобутку водню» складається з 3 розділів:

Розділ 1. Технологічні процеси видобутку водню.

Тема 1.1. Електрохімічний процес видобутку водню..

Тема 1.2. Термохімічний процес видобутку водню.

Розділ 2. Контролери керування процесами видобутку водню.

Тема 2.1. Основна класифікація контролерів.

Тема 2.2. Пристрої вводу/виводу для обробки сигналів.

Розділ 3. Особливості використання програмованих логічних контролерів в системах видобутку водню.

Тема 3.1. ПД – регулятори та їх варіації.

Тема 3.2. Автоматизації небезпечних елементів.

Тема 3.3. Комп'ютери та інтерфейси зв'язку в системах видобутку водню..

Тема 3.4. Захист вимірювальних каналів.

Тема 3.5. Захист персоналу і обладнання.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Автоматизація виробничих процесів: підручник. / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К.: Видавництво Ліра-К, 2015. — 378 с.
2. Wylie E.B., Streeter V.L. Fluid transients. FEB Press, 2016- 384p.
3. Гончаренко Б.М., Осадчий С.І., Віхрова Л.Г., Каліч В.М., Дідик О.К. Автоматизація виробничих процесів. – Кіровоград: Лисенко В.Ф., 2016 – 352 с
4. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування: Навчальний посібник /Барало О.В., Самойленко П.Г., Гранат С.Є., Ковальов В.О. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 557 с.

Допоміжна література:

5. Основные направления развития водородной энергетики (Обзор). О. П. Кулик, Л. И.Чернышев. Институт матеріалознавства України. [Електронне видання] Доступно: http://www.materials.kiev.ua/hydrogen_2011-2015/obzor1.pdf: Травень 19, 2022
6. Яцков О.А., Корчик Н.М., Пророк О.А. Основні технологічні схеми базових неорганічних виробництв: навч. Посібник: О.А.Яцков, Рівне – ВУГВП.2020.-212с.
7. Елементи автоматизованого електропривода: Навчальний посібник/ А.П. Калінов, В.О. Мельников. – Кременчук: Видавництво ПП Щербатих О.В. 2014-276с.

Літературу, бібліографія якої подана із посиланням, можна знайти в інтернеті. Літературу, бібліографія якої не містить посилання, можна знайти в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського. Обов'язковим для прочитання є окремі розділи базової літератури [1]-[4]. Розділи базової літератури, що є обов'язковими для прочитання, а також зв'язок цих ресурсів з конкретними темами дисципліни наводиться нижче, в методиці опанування навчальної дисципліни. Усі інші літературні джерела є факультативними, з ними рекомендується ознайомитись.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Застосовуються стратегії активного навчання, які визначаються такими методами та технологіями: методи проблемного навчання (дослідницький метод); особистісно-орієнтовані технології, засновані на таких формах і методах навчання як візуалізація та інформаційнокомунікаційні технології, зокрема електронні презентації для лекційних занять. Викладання проводиться у формі лекцій та практичних занять. При виконанні розрахункової роботи застосовується проблемно-пошуковий метод.

№ з/п	Зміст навчальної роботи
1-2	Лекція 1. Отримання водню. Література: [2,5]. Лекція 2. Термохімічне розкладання води. Література: [2,5].
3-4	Лекція 3. Система автоматизації процесу одержання електролітичного водню Література: [2,4]. Лекція 4. Піролізний видобуток водню. Література: [2,5].
5-6	Лекція 5. Контролери для систем автоматизації процесу видобутку водню. Література: [1,3]. Лекція 6. Вибір контролерів для систем автоматизації. Характеристики. Література: [1,4].

7-8	Лекція 7. Пристрої збору даних. Література: [4,6]. Лекція 8. Пристрої вводу/виводу. Підключення дискретних входів. Література: [5].
9-10	Лекція 9. Пристрої вводу/виводу. Підключення дискретних виходів. Література: [3]. Лекція 10. Модифікації ППД – регуляторів процесів видобутку водню. Література: [4].
11-12	Лекція 11. Особливості реальних регуляторів. Література: [2,3]. Лекція 12. Автоматизації небезпечних об'єктів. Іскробезпека. Література: [2].
13-14	Лекція 13. Автоматизації небезпечних об'єктів. Вибухобезпека. Література: [2,7]. Лекція 14. Комп'ютери як елементи систем автоматизації. Вимоги до візуалізації. Література: [2,7].
15-16	Лекція 15. Інтерфейси зв'язку. Література: [2,3]. Лекція 16. Гальванічний захист. Вимірювальні канали, боротьба із завадами. Література: [4,5].
17-18	Лекція 17. Резервування. Література: [4,5]. Лекція 18. Системи безпеки роботи на виробництві. Література: [3].

Практичні заняття:

№ з/п	Зміст навчальної роботи
Практичне заняття №1	Налаштування цифрової фільтрації вимірювань аналогового сигналу
Практичне заняття №2	Побудова математичної моделі технологічних процесів із чистим запізнюванням.
Практичне заняття №3	Побудова та використання користувацьких бібліотек.
Практичне заняття №4	Синтез алгоритму керування електролізом для програмованого логічного контролера
Практичне заняття №5	Реалізація двохконтурного керування процесом електролізу.
Практичне заняття №6	Робота із цільовими файлами. Перетворення даних.
Практичне заняття №7	Емуляція технологічних процесів та тестування працездатності алгоритмів.
Практичне заняття №8	Візуалізація технологічного процесу керування рівнем електроліту.
Практичне заняття №9	Синтез системи контролю рівня води в резервуарі на основі ППД – регулятора Codesys.

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента передбачає:

підготовку до аудиторних занять – 54 год;

підготовку до модульної контрольної роботи – 2 год;

виконання РГР – 10 год;

підготовку до іспиту – 30 год.

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

На момент проведення кожного заняття, як лекційного, так і практичного, у студента на пристрої, з якого він працює, має бути встановлено додаток Zoom (у випадку дистанційного навчання), а також відкрито курс «Комп'ютерні системи керування термoxімічними та електрохімічними процесами видобутку водню» на платформі «Google Classroom» (код доступу до курсу надається студентам на першому занятті згідно з розкладом). Сілабус; лекційний матеріал; завдання до кожного практичного заняття; варіанти модульної контрольної роботи; тести, які потрібно виконати за лекціями; методичні рекомендації до виконання практичних робіт та розрахунково-графічної роботи; варіанти залікової контрольної роботи розміщено на платформі «Google Classroom» та у системі «Електронний Кампус КПІ».

Під час проходження курсу «Комп'ютерні системи керування термoxімічними та електрохімічними процесами видобутку водню» студенти зобов'язані дотримуватись загальних моральних принципів та правил етичної поведінки, зазначених у Кодексі честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Дедлайни виконання кожного завдання зазначено у курсі «Комп'ютерні системи керування термoxімічними та електрохімічними процесами видобутку водню» на платформі «Google Classroom». Присутність здобувачів вищої освіти на практичних заняттях є обов'язковою. Пропущені з поважних причин заняття мають бути відпрацьовані.

Усі без виключення студенти зобов'язані дотримуватись вимог Положення про систему запобігання академічному плагіату в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: МКР (розділена на 2 частини, кожна частина МКР проводиться перед календарним контролем на лекційному занятті на другій напівпарі у присутності викладача, 20 балів), РГР (40 балів). Кожна частина МКР виконується у вигляді відповіді на два теоретичні запитання з лекційного матеріалу першої і другої половини семестру, відповідно. По закінченню заняття робота над МКР закінчується і не підлягає переписуванню. Кожна питання з МКР оцінюється в 5 балів за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 5 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або містить незначні неточності – 4 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації), виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить деякі помилки – 3 бали;
- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

Вимоги до написання РГР надаються у вигляді методичних рекомендацій і розміщуються на платформі «Google Classroom» та у системі «Електронний Кампус КПІ». РГР оцінюється в 50 балів за такими критеріями:

- «відмінно» – повністю виконана робота (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 38 – 40 балів;
- «добре» – в роботі містяться певні неточності (не менше 75 % потрібної інформації), надані обґрунтування недостатньо повні – 34–37 балів;
- «задовільно» – в роботі містяться суттєві неточності (не менше 60 % потрібної інформації), робота виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить значні помилки – 30–33 бали;

– «незадовільно» – запропонований в роботі алгоритм є непрацездатним або містяться грубі неточності у розробленій електричній схемі – 0 балів. Вимоги до написання РГР надаються у вигляді методичних рекомендацій і розміщуються на платформі «Google Classroom» та у системі «Електронний Кампус КПІ».

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Умовою позитивного першого та другого календарного контролів є отримання не менше 50 % максимально можливого на момент відповідного календарного контролю рейтингу.

Семестровий контроль: : іспит.

Умови допуску до семестрового контролю: виконана і зарахована РГР

$RC(max) = 20 + 40 = 60$ балів

$RC(min) = 0 + 30 = 30$ балів

На іспиті студенти виконують письмову контрольну роботу. Екзаменаційна робота оцінюється у 39 балів. Контрольне завдання цієї роботи складається з трьох теоретичних запитань з переліку, що наданий у додатку до силабусу. Кожне запитання оцінюється в 13 балів (в разі отримання 39 балів за кожне запитання, до оцінки додається 1 бал) за такими критеріями: – «відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 13 балів; – «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або містить незначні неточності – 11 – 12 балів; – «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації), виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить деякі помилки – 10 балів; – «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

Сума балів за МКР, РГР та за екзаменаційну роботу переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею. Екзаменаційна робота оцінюється у 39 балів, як і для очної форми навчання. Критерії оцінювання наведено вище.

Семестровий контроль: іспит. Умови допуску до семестрового контролю: виконана і зарахована РГР. Студенти, які виконали умови допуску до іспиту, виконують екзаменаційну роботу.

Сума балів за МКР, РГР та за екзаменаційну роботу переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею. Екзаменаційна робота оцінюється у 39 балів, як і для очної форми навчання. Критерії оцінювання наведено вище.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль, наведено у додатку до силабусу.

Здобувач вищої освіти має можливість пройти онлайн курс(и) за однією або декількома темами, передбаченими робочою програмою навчальної дисципліни. Онлайн курс здобувач може обрати самостійно або за рекомендацією викладача, наприклад курс «From Wire to PLC , A Bootcamp In Industrial Automation» на платформі Udemy. 1 год прослуханого курсу оцінюється у

0,83 бали. Максимальна кількість годин, яка може бути зарахована за результатами неформальної освіти, становить 12 год, відповідно максимальна кількість балів за такі результати становить – 10 балів.

Рекомендації щодо виконання індивідуального семестрового завдання

Вивчення кредитного модуля «Комп'ютерні системи керування термохімічними та електрохімічними процесами видобутку водню» передбачає виконання студентами розрахунково – графічної роботи.

1. Здійснити проектування системи автоматизації, згідно з номером завдання, для установки видобутку водню.
2. Підібрати обладнання, що дозволяє вирішити необхідну задачу автоматизації.
3. Скласти та налаштувати замкнену систему керування рівнем електроліту з використанням файлу об'єкту, створеного у вигляді користувацького функціонального блоку зовнішньої бібліотеки в середовищі Codesys. Параметри моделі об'єкту визначити згідно номеру варіанту.
4. Розробити програму реакції за попередженнями та тривогами згідно вимог до високоефективних систем НМІ.
5. Розробити інтерфейс взаємодії з оператором в програмному середовищі Codesys багаторівневого відображення.
6. Зробити висновки по роботі і описати переваги запропонованого рішення.

Зміст розрахунково – графічної роботи.

1. Вступ.
2. Опис алгоритму роботи автоматизованої системи керування рівнем електроліту.
3. Опис екрану візуалізації технологічного процесу.
4. Опис обладнання, що використовуватиметься при вирішенні задачі.
5. Висновки з роботи.
6. Файл з програмою алгоритму автоматизації (на гнучкому носії, на диску, на USB Flash накопичувачі), що працює в режимі емуляції).

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: доцент кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів,
к.т.н., Торопов Антон Валерійович

Ухвалено кафедрою автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів. Протокол №15 від 04.06.25 р.

Погоджено: Методичною комісією НН ІЕЕ (протокол №30 від 25.06.25.)

Додаток до силабусу освітнього компонента курсу «Комп'ютерні системи керування термохімічними та електрохімічними процесами видобутку водню».

Перелік завдань, що виносяться на семестровий контроль.

1. Сформулюйте основні положення та вимоги до систем керування видобутком водню.
2. Поясніть вимоги до контролерів керування термохімічним видобутком водню.
3. Поясніть вимоги до контролерів керування електрохімічним видобутком водню.
4. Сформулюйте основні характеристики, за якими здійснюється вибір контролерів для керування процесом видобутку водню.
5. Надайте та поясніть принцип роботи електролізної системи видобутку водню.
6. Надайте схему автоматизованого керування термохімічним видобутком водню та поясніть принцип її роботи.
7. Накресліть схеми підключення дискретних датчиків із типовими сигналами до систем збору даних.
8. Накресліть схеми підключення виконавчих механізмів із типовими сигналами до комп'ютерних пристроїв керування.
9. Накресліть схеми підключення аналогових датчиків із типовими сигналами до систем збору даних.
10. Надайте розширений перелік вимог до високоефективного інтерфейсу системи з оператором.
11. Надайте та поясніть особливості використання кольорів для відображення інформації.
12. Надайте структуру розподілення інформації за рівнями представлення для операторів.
13. Дайте порівняльну характеристику різних форм реалізації ПД – регуляторів.
14. Назвіть переваги ПД – регуляторів із розширеним функціоналом.
15. Надайте класифікацію об'єктів за іскробезпекою та поясніть які там повинні використовуватися пристрої.
16. Надайте класифікацію об'єктів за вибухобезпекою та поясніть які там повинні використовуватися пристрої.
17. Дайте порівняльну характеристику пристроїв за функціональною безпекою.
18. Назвіть вимоги до систем збору даних для хімічних процесів видобутку водню.
19. Назвіть основні способи захисту від доступу людини в приміщення згідно вимог безпеки.
20. Назвіть основні способи захисту від доступу людини до шафи керування.