



КОНТРОЛЬ ТА КЕРУВАННЯ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

| | |
|---|--|
| Рівень вищої освіти | <i>Перший (бакалаврський)</i> |
| Галузь знань | 16 Хімічна та біоінженерія |
| Спеціальність | 161 Хімічні технології та інженерія |
| Освітня програма | Промислова екологія та ресурсоефективні чисті технології |
| Статус дисципліни | <i>Нормативна</i> |
| Форма навчання | <i>очна (денна)/дистанційна/змішана</i> |
| Рік підготовки, семестр | <i>4 курс, осінній семестр</i> |
| Обсяг дисципліни | <i>4 кредити ECTS / 120 годин</i> |
| Семестровий контроль/ контрольні заходи | <i>Екзамен, модульна контрольна робота</i> |
| Розклад занять | <i>roz.kpi.ua</i> |
| Мова викладання | <i>Українська</i> |
| Інформація про керівника курсу / викладачів | Лектор: <i>ст. викладач Лукінюк Михайло Васильович</i> Лабораторні роботи: <i>ст. викладач Сташкевич Павло Миколайович</i> |
| Розміщення курсу | https://do.ipk.kpi.ua/ |

Програма навчальної дисципліни

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

Характерні ознаки сучасних хімічних виробництв – велика швидкість перебігу технологічних процесів, чутливість до порушень режиму, підвищені вибухо- та пожежонебезпечність і шкідливість умов роботи, а також дедалі більша складність технологічних процесів як за апаратним оформленням, так і з погляду підтримання оптимальних режимів їх перебігу, здатних забезпечити високу якість отриманої продукції одночасно з раціональним використанням сировини та енергії. Для вирішення цієї проблеми в технологічних виробництвах широко застосовують автоматизацію процесів, яка, зокрема, забезпечує високу якість продукції, раціональне використання сировини та енергії, дотримання відповідних екологічних норм, тощо. Автоматизація технологічного виробництва передбачає автоматичний контроль технологічних параметрів, автоматичне регулювання й автоматичне або автоматизоване керування, а також захист керованих процесів від аварійних ситуацій, сигналізацію про відхилення від номінальних

режимів, захист навколишнього середовища.

Метою формування у студентів комплексу знань, умінь та досвіду, необхідних для розв'язання наукових та інженерних задач створення систем автоматичного контролю режимних параметрів процесів, формування вимірювальних каналів із заданими метрологічними характеристиками.

Предметом вивчення дисципліни є канали передачі даних, стандарти, протоколи, обладнання промислових мереж передачі даних. Прилади та засоби вимірювання, контролю, регулювання та керування технологічними процесами.

В результаті вивчення дисципліни студенти набувають наступних компетентностей:

- (К 13) Здатність обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для контролю та керування технологічних процесів хімічних виробництв.

Згідно з вимогами ОПП студенти після засвоєння матеріалів навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

- (ПР 07) Обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для вирішення складних задач хімічної інженерії, контролю та керування технологічних процесів хімічних виробництв.

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

Дана навчальна дисципліна є нормативною і входить у структурно-логічну схему навчання за освітніми програмами. Передумовою вивчення даної дисципліни є опанування дисциплін «Процеси та апарати хімічних виробництв». Результати вивчення даної дисципліни будуть використані під час виробничої практики та дипломного проектування.

3. Зміст навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна Контроль та керування біотехнологічними процесами складається з наступних тем:

1. Основи автоматизації технологічних процесів
2. Основні методи та технічні засоби автоматичного контролю технологічних параметрів
3. Основи теорії автоматичного керування
4. Автоматизація виробничих процесів целюлозно-паперового виробництва

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Проектування систем керування: навч. посібн. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом «Автоматизація і комп'ютер.-інтегр. технології» / М. З. Кваско, Я. Ю. Жураковський, А. І. Жученко, В. В. Миленький. – К. : НТУУ «КПІ», 2014. – 344 с.

2. Лукінюк М. В. Контроль і керування хіміко-технологічними процесами: У 2 кн. Кн. 1. Методи та технічні засоби автоматичного контролю хіміко-технологічних процесів: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом навчання: «Хімічна технологія та інженерія». – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 336 с.

3. Лукінюк М. В. Контроль і керування хіміко-технологічними процесами: У 2 кн. Кн. 2. Керування хіміко-технологічними процесами: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом навчання: «Хімічна технологія та інженерія». – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 336 с.

4. Жураковський Я. Ю. Автоматизація виробничих процесів целюлозно-паперового виробництва: Схеми автоматизації [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 133 «Галузеве машинобудування», спеціалізації «Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання целюлозно-паперового виробництва» / А. І. Жученко, М. С. Піргач, Я. Ю. Жураковський; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 12,4 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 146 с.

Додаткова література

5. Промислові засоби автоматизації: Навч. посібник: У 2 ч. Ч. 1. Вимірювальні пристрої / А. К. Бабіченко, В. І. Хотинський, В. С. Михайлов, М. О. Подустов, О. В. Пугановський; За заг. ред. А. К. Бабіченка.; За заг. ред. А.К. Бабіченка. – Харків: НТУ «ХПІ», 2001. – 470 с.
6. Жученко А. І. Автоматичне керування напірними ящиками паперо- і кортоноробних машин [Текст]: монографія/ А. І. Жученко, М. С. Піргач, М. З. Кваско. – К.: Бізнес Медіа Консалтинг, 2014. Бібліогр.: С. 215-229.
7. Кваско М. З. Проектування систем керування [Текст]: навч. посіб. для студ. вищ. техн. навч. закл. /М. З. Кваско, Я. Ю. Жураковський, А. І. Жученко, В. В. Миленький. – К. : НТУУ «КПІ», 2014. – 344 с.
8. Промислові засоби автоматизації: Навч. посібник: У 2 ч. Ч. 2. Регульовальні і виконавчі пристрої / А. К. Бабіченко, В. І. Хотинський, В. С. Михайлов, В. І. Молчанов, М. О. Подустов, О. В. Пугановський, В. І. Вельма; За заг. ред. А. К. Бабіченка. – Харків: НТУ «ХПІ», 2003. – 658 с.

Навчальний контент

а. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Структура кредитного модуля

| Назви тем | Кількість годин | | | | |
|---|-----------------|--------------|-------------|-----------------------|-----------|
| | Всього | у тому числі | | | |
| | | лекції | лабораторні | Індивідуальні заняття | СРС |
| Основи автоматизації технологічних Процесів | 10 | 4 | | 2 | 4 |
| Основні методи та технічні засоби автоматичного контролю технологічних параметрів | 66 | 8 | 20 | 8 | 30 |
| Основи теорії автоматичного керування | 6 | - | 2 | 2 | 2 |
| Автоматизація виробничих процесів целюлозно-паперового виробництва | 12 | 2 | | 4 | 6 |
| <i>Модульна контрольна робота</i> | 8 | - | 2 | – | 6 |
| <i>Екзамен</i> | 18 | – | – | – | 18 |
| Всього | 120 | 14 | 24 | 16 | 66 |

Лекційні заняття

| № з/п | Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС) |
|-------|---|
| 1 | Автоматизація технологічних процесів, переваги впровадження. Загальні відомості про системи контролю та керування хіміко-технологічними процесами: структурні схеми, призначення елементів. Принципи автоматичного керування (Понселе – Чиколева, Ползунова– Уатта). Завдання на СРС: Види керування. Класифікація систем автоматичного контролю та керування. Комбіновані системи керування. |
| 2 | Технічне забезпечення систем керування. Загальні відомості про вимірювання та засоби вимірювальної техніки (ЗВТ), автоматичні регулятори, виконавчі механізми та регулювальні органи. Перетворювачі сигналів (активні та пасивні). Загальні підходи до вибору первинних вимірювальних перетворювачів. Завдання на СРС: Значущість вимірювань (науковий і технічний аспекти). Місце та значення вимірювань у системах керування. Основні види та методи вимірювань. Точність вимірювання, істине та умовно-істине (дійсне) значення вимірюваної величини. Похибки вимірювань. Державна система приладів і засобів автоматизації |

| | |
|---|---|
| | <p>Загальні відомості про засоби вимірювальної техніки. Структурні схеми засобів вимірювань (вимірювальні прилади). Статичні та динамічні характеристики ЗВТ. Структурні схеми засобів вимірювань (вимірювальні прилади). Системи дистанційного передавання інформації (на базі реостатних перетворювачів). Похибки ЗВТ. Окреме джерело виникнення похибок: зворотний вплив ЗВ на вимірювану величину. Класифікація похибок ЗВТ. Нормування метрологічних характеристик (МХ), класи точності ЗВТ. Зв'язок форми зображення класу точності на шкалах засобів вимірювань із їхніми метрологічними характеристиками.</p> <p>Завдання на СРС: Класифікація ЗВТ. Структурні схеми засобів вимірювань (вимірювальні перетворювачі). Номінальна та реальна функції перетворення й пов'язані з ними похибки засобів вимірювань: адитивна, мультиплікативна, нелінійна, гістерезису; розмах і варіація показань.</p> |
| 3 | <p>Вимірювання тиску. Види тиску. Диференціальні манометри: обв'язка (підключення до об'єкта); дифманометри тензометричні Сафір-М/Сапфір-22ДД. Особливості конструкції дифманометрів-витратомірів.</p> <p>Завдання на СРС: Особливості вимірювання тиску агресивних і високотемпературних речовин. Вакуумметри.</p> <p>Вимірювання рівня рідин і сипких речовин. Буйкові, ультразвукові (акустичні), радіоізотопні рівнеміри. Вимірювання рівня сипких та кускових матеріалів.</p> <p>Завдання на СРС: Поплавкові, гідростатичні, вагові рівнеміри. Електричні вимірювачі рівня (ємнісні, кондуктометричні).</p> |
| 4 | <p>Вимірювання кількості та витрати рідин, газів і сипких матеріалів. Види витрати. Витратоміри</p> <p>змінного перепаду тиску: епюри P і V, звуж. пристрої (стандартні, нестандартні), порівняльний аналіз характеристик різних звужувальних пристроїв. Формула вимірювання витрати; що враховує коефіцієнт витрати. Тахометричні витратоміри (лічильники кількості та витрати речовини). Електромагнітні (індукційні) витратоміри. Вихрові витратоміри. Витратоміри для сипких матеріалів.</p> <p>Завдання на СРС: Класифікація витратомірів. Витратоміри постійного перепаду тиску. Ультразвукові витратоміри. Коріолісові витратоміри.</p> |
| 5 | <p>Вимірювання температури. Температурні шкали. Класифікація промислових вимірювачів температури.</p> <p>Термоперетворювачі опору – термометри опору (ТО): конструкція, біфілярність, провідникові ТО (матеріали, НСХ, діапазон вимірювання), напівпровідникові ТО – особливості. Автоматичні мости: будова, принцип дії, призначення елементів. Конструктивні відмінності мостів постійного струму від мостів змінного струму.</p> <p>Термоелектричні перетворювачі – термопари (ТП). Термоелектричний ефект (Зеебека та Пельтьє). Основне рівняння термопари. НСХ термопар.</p> <p>Завдання на СРС: Термометри розширення: особливості використання в схемах регулювання. Манометричні термометри: рідинні, газові. Похибки манометричних термометрів, способи їх усунення. Логометри. Компенсація впливу коливань температури довкілля на вимірювання температури ТО.</p> |
| | <p>Потенціометричний метод вимірювання ЕРС. Автоматичні потенціометри: будова, принцип дії, призначення елементів, додаткові пристрої; автоматичне внесення поправки на відхилення температури вільних кінців ТП t_0' від температури градування.</p> <p>Завдання на СРС: Конструкція та властивості термопар. Включення третього провідника в контур ТП. Методи внесення поправки на відхилення температури t_0'.</p> |

| | |
|---|---|
| | <p>Вимірювання складу та фізико-хімічних властивостей речовин. Газоаналізатори теплопровідності (термокондуктометричні). Кондуктометричні концентратоміри: електродні, безелектродні (в т. ч. високочастотні).</p> <p>Завдання на СРС: Класифікація приладів для вимірювання фізико-хімічних властивостей речовин. Магнітні газоаналізатори. Методи вимірювання вологи, діелькометричні та кондуктометричні вологоміри</p> |
| 6 | Вимірювання рівня |
| | <p>Вимірювання густини: радіоізотопні густиноміри. Вимірювання в'язкості, види в'язкості, класифікація віскозиметрів. Кулькові віскозиметри.</p> <p>Завдання на СРС: Основи рН-метрії. Будова вимірювального та порівнювального електродів. Вторинні прилади рН-метрів.</p> <p>Використання цифрової та мікропроцесорної техніки у засобах автоматичного контролю технологічних параметрів. Застосування цифрової обчислювальної техніки (ЦОТ) у засобах автоматичного контролю: розширення функціональних можливостей ЗВТ. Уведення вимірювальної інформації про технологічні параметри в пристрої ЦОТ.</p> <p>Завдання на СРС: Застосування засобів цифрової обчислювальної техніки у вимірювальних системах. Структурна схема інформаційно-обчислювальної системи.</p> |
| | <p>Математичне моделювання систем керування. Види моделей. Методи отримання математичних моделей. Відмінність вимог до моделей для САПР і для систем керування ХТП. Інтегральне перетворення Лапласа, математичні моделі елементарних динамічних ланок. Розробка та опис структурно-параметричної схема системи керування. Загальні підходи до математичного моделювання об'єктів керування, вимірювачів (датчиків), регуляторів, ліній зв'язку та системи керування в цілому (розімкненої, замкнутої).</p> <p>Завдання на СРС: Загальні підходи до математичного моделювання виконавчих механізмів. Перевірка адекватності моделі. Припущення аналітичного моделювання</p> |
| | <p>Об'єкти керування (ОК), їх властивості та характеристики. Канали впливу та їх характеристики.</p> <p>Межі ОК. Моделювання статичної та динаміки ОК, методи отримання статичних і динамічних характеристик ОК: аналітичний і експериментальний – особливості отриманих моделей. Динамічні властивості ОК: акумулювальна здатність, самовирівнювання: види самовирівнювання (приклади ОК з різними видами самовирівнювання), визначення виду самовирівнювання ОК за виглядом рівняння динаміки та формою перехідного процесу, швидкодія (приклади об'єктів за такими властивостями). Кількісні характеристики інерційності ОК.</p> <p>Завдання на СРС: Класифікація об'єктів керування. Способи зниження порядку отриманої математичної моделі.</p> |
| | <p>Автоматичні регулятори. Регулятори з лінійними законами регулювання: складові регулювального впливу (пропорційна (П), інтегральна (І), диференційна (Д)). Алгоритми формування регулювальних впливів (закони регулювання) та особливості застосування П-, І-, ПІ-, Д- та ПІД-регуляторів.</p> <p>Цифрові системи керування. Використання КЕОМ у системах керування</p> <p>Завдання на СРС: Регулятори прямої дії. Позиційні регулятори.</p> |
| | <p>Технічні засоби автоматизації. Пневматичні та електричні виконавчі механізми, особливості будови та застосування. Електроапарати для керування роботою електроприводів. Регулювальні електроклапани. Шлюзові затвори (для випуску сипких матеріалів з бункерів, циклонів на ін. апаратів). Пристрої сполучення ЕОМ з</p> |

| | |
|---|---|
| | об'єктами керування: нормувальні перетворювачі, аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі. Завдання на СРС: Перехідні перетворювачі (пневмоелектричні та електропневматичні). |
| 7 | Системи контролю та керування технологічними процесами хімічних виробництв. Розробка схем автоматизації. Методика аналізу технологічного процесу як об'єкта автоматизації та вибору рівня автоматизації (контроль, регулювання, сигналізація), опису розробленої схеми автоматизації та розрахунку метрологічних характеристик вимірювальних каналів. Завдання на СРС: Особливості керування періодичними ХТП. |
| | Автоматизація процесів целюлозно-паперового виробництва Завдання на СРС: Автоматизація типових технологічних процесів. |

Лабораторні роботи

| № з/п | Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС) |
|-------|--|
| 1 | Вступне заняття. Доведення до студентів правил роботи в лабораторії та положень техніки безпеки. Ознайомлення з будовою та призначенням лабораторних стендів, визначення переліку лабораторних робіт, видача методичних матеріалів |
| 2 | Перетворювачі сигналів і системи передачі вимірювальної інформації |
| 3 | Позиційне регулювання |
| 4 | Вимірювання тиску і розрідження. Вимірювальні перетворювачі тиску типу «Сафір» |
| 5 | Термоелектричні перетворювачі |
| 6 | Показувальні та реєструвальні прилади для вимірювання температури за допомогою ТП: автоматичні потенціометри та мілівольтметри |
| 7 | Показувальні та реєструвальні прилади для вимірювання температури за допомогою ТО: автоматичні мости, логометри, цифро-аналогові реєстратори |
| 8 | Вимірювання та сигналізація рівня. |
| 9 | Вимірювання витрати |
| 10 | Виконавчі механізми |
| 11 | Заключне заняття. Підведення результатів виконання лабораторних робіт, здача звітів з лабораторного практикуму |
| 12 | МКР |

б. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів у межах даного курсу передбачає:

- підготовка до лекції, яка включає ознайомлення з наданим текстом лекції, виявлення малозрозумілих фрагментів і тез, виявлення питань, які на думку студента потребують більш широкого висвітлення, підготовка запитань до викладача, які планується задати протягом лекції (до 1 год на кожну лекцію);
- підготовка до лабораторних занять, яка включає у себе ознайомлення з темою та метою заняття, завданням, ознайомлення з контрольними запитаннями та формування відповідей на них (до 30 хвилин на кожну практичну роботу);
- оформленні звітів за результатами робіт, проведених на лабораторних заняттях (до 30 хвилин на кожну практичну роботу);
- підготовка до модульної контрольної роботи (до 4 годин);

- підготовка до екзамену.

Політика та контроль

с. Політика навчальної дисципліни

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

7.1. Відвідування занять та поведінка на них.

- згідно з розкладом занять кафедри ТПЗА у навчальному семестру студенти обов'язково повинні бути присутніми на лекційних заняттях, на лабораторних заняттях та виконати індивідуальні завдання з модульної контрольної роботи;
- обов'язкове відключення мобільних телефонів або їх переведення в беззвучний режим на усіх заняттях та під час консультацій;
- на лабораторних заняттях студенти обов'язково повинні строго дотримуватись правил з техніки безпеки при роботі з електричними та пневматичними технічними засобами, підключеними на лабораторних стендах.

7.2. Виставлення штрафних та заохочувальних балів.

- окремої процедури захисту модульної контрольної роботи не передбачається, проводиться оцінювання викладачем поданої роботи;
- критерії оцінювання, розміри нарахування штрафних (за невчасне виконання і здачу лабораторних робіт і модульної контрольної) і заохочувальних балів, а також терміни їх виконання наведено у «Положенні про рейтингову систему оцінки успішності студентів з дисципліни «Контроль та керування біотехнологічними процесами» (див. п 7);

7.3. Політика дедлайнів та перескладань.

- для нарахування відповідних балів згідно з РСО за семестр студентам потрібно до кінця навчального семестру, у терміни, передбачені РСО, здати відповідному викладачеві звіти: з лабораторних робіт; з модульної контрольної роботи;
- повторне виконання зарахованої модульної контрольної роботи не допускається;
- перескладання екзамену допускається лише за відповідними відомостями з деканату факультету і у спосіб, передбачений нормативними документами з організації навчального процесу КПІ ім. Ігоря Сікорського.

7.4. Політика щодо академічної доброчесності.

- студенти, які вивчають дисципліну «Контроль та керування хіміко-технологічними процесами», повинні дотримуватися правил і норм академічної доброчесності під час виконання усіх видів робіт;
- модульна контрольна робота, виконана з грубим порушенням правил і норм академічної доброчесності оцінюється викладачем у (0,0 балів), крім того студенту нараховуються 4 штрафні бали під час видачі повторно індивідуального завдання.
-

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

- Рейтинг студента з навчальної дисципліни «Контроль та керування хіміко-технологічними процесами» складається з балів, отриманих за:
 - виконання та захист 9 лабораторних робіт;
 - виконання модульної контрольної роботи (МКР);
 - іспит.

Повний текст РСО з навчальної дисципліни «Контроль та керування хіміко-технологічними процесами» наведено в Додатку А.

8.1. Виконання практичних роботи.

Практичні заняття для навчальної дисципліни «Контроль та керування ХТП» не передбачені.

8.2. Доповідь за темою семінарського заняття.

Семінарські заняття для навчальної дисципліни «Контроль та керування ХТП» не передбачені.

8.3. Модульна контрольна робота.

Модульна контрольна робота містить тестові питання для кожного студента індивідуально.

РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ (РСО)

1. Лабораторні роботи. Ваговий бал – 5. Максимальна кількість балів на всіх оцінюваних заняттях $R_{ЛР}$ становить: $9 \times 5 = 45$.

Критерії оцінювання***Підготовка до роботи:***

- протокол повний і відповідає вимогам до оформлення – 1 бал;
- протокол потребує доповнень чи виправлень – 0,5 бала.

Оформлення і захист результатів роботи (бали):

- «відмінно» – 4 балів – наявність і повна підготовка протоколу до здачі (необхідні розрахунки, заповнення таблиць з даними, побудова відповідних графіків), повне володіння матеріалом під час здачі роботи (не менше 90 % відповідей на запитання правильні);
- «добре» – 3 балів – наявність і повна підготовка протоколу до здачі (необхідні розрахунки, заповнення таблиць з даними, побудова відповідних графіків), незначні помилки у відповідях на запитання під час здачі роботи (не менше 75 % відповідей на запитання правильні);
- «задовільно» – 2 балів – наявність і повна підготовка протоколу до здачі; можливі несуттєві огріхи в оформленні звіту роботи (розрахунках, таблицях або побудованих графіках), понад 60 % відповідей на запитання під час здачі правильні;
- «незадовільно» – 0 – наявність і повна підготовка протоколу до здачі; в оформленні звіту (розрахунках, таблицях або побудованих графіках) допущено суттєві похибки, менше 60 % відповідей на запитання під час здачі роботи правильні.

Під час першого заняття (Інструктаж – див. табл. 2) проводиться інструктаж про правила роботи в лабораторії, техніку безпеки, доводяться вимоги до оформлення протоколів лабораторних робіт і захисту виконаної лабораторної роботи, а також здійснюється ознайомлення студентів із системою рейтингових (вагових) балів оцінювання знань.

2. Модульна контрольна робота Ваговий бал – 5.

Максимальна кількість балів за виконання МКР $R_{МКР}$: **5 балів.**

Максимальна сума балів стартової складової дорівнює 50. Необхідною умовою допуску до екзамену є стартовий рейтинг не менше 25 балів.

3. На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу.

Кожне завдання містить два теоретичних питання і одне практичне. Перелік питань наведений у додатку Б. Кожне теоретичне питання оцінюється у 15 балів, а практичне – 20 балів.

Система оцінювання теоретичних питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 15-14 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 13-11 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 10-9 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Система оцінювання практичного запитання:

- «відмінно», повне безпомилкове розв'язування завдання – 20-18 балів;
- «добре», повне розв'язування завдання з несуттєвими неточностями – 17-15 балів;

- «задовільно», завдання виконане з певними недоліками – 14-12 балів;
- «незадовільно», завдання не виконано – 0 балів.

Сума стартових балів і балів за екзаменаційну контрольну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

| Бали $R = r_C + r_E$ | ECTS-оцінка | Екзаменаційна оцінка |
|--|-------------|----------------------|
| 95-100 | A | відмінно |
| 85-94 | B | добре |
| 75-84 | C | |
| 65-74 | D | задовільно |
| 60-64 | E | |
| Менше 60 | Fx | незадовільно |
| Не зараховано розрахункову роботу, або є не зараховані лабораторні роботи, або $r_C < 25$ | F | не допущено |

Розрахунок шкали R_C рейтингу

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R = R_{\text{ЛАБ}} + R_{\text{МКР}} + R_{\text{Екз}} = 45 + 5 + 50 = 100 \text{ балів.} \quad (3)$$

Для отримання студентом відповідних оцінок (ECTS та традиційних) його рейтингову оцінку R переводять згідно з табл. 3:

Таблиця 3

| Рейтинг | % | Оцінка традиційна | |
|-----------|----|---|--------------|
| | | Диференційована | залікова |
| 95...100 | 10 | Відмінно | зараховано |
| 85 ... 94 | 25 | дуже добре | |
| 75 ... 84 | 30 | Добре | |
| 65 ... 74 | 25 | Задовільно | |
| 60 ... 64 | 10 | Достатньо | |
| 40 ... 59 | | Незадовільно | незараховано |
| 00 ... 39 | | не допущено до семестрової атестації через низький рейтинг або невиконання інших умов допуску | |

П р и м і т к а . Якщо у навчальному семестрі на дні проведення лекційних занять, передбачених розкладом, припадають свята чи інші офіційні неробочі дні, що не переносяться на інший час, тоді до суми балів R_C , набраної студентами навчальних груп, для яких такі свята припали на дні проведення цих занять, можуть додаватися відповідні компенсаційні бали, щоб вирівняти їхні рейтингові можливості з групами, в яких ці заняття відбулися.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

- **склав ст. викладач** Лукінюк Михайло Васильович
- **ухвалено** кафедрою технічних та програмних засобів автоматизації
(протокол № 17 від 20.05.2022 р.)
- **погоджено** Методичною комісією інженерно-хімічного факультету
(протокол № 10 від 24.06.2022 р.)