

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Робототехніка»

Лектор курсу			Миколайчук Віра Романівна, старший викладач кафедри Інженерії програмного забезпечення автоматизованих систем		Контактна інформація лектора (e-mail), сторінка курсу в Moodle		e-mail: mukwira@ukr.net ; сторінка курсу в Moodle – https://dn.dut.edu.ua/course/view.php?id=458		
Галузь знань					Рівень вищої освіти		бакалавр		
Спеціальність					Семестр				
Освітня програма					Тип дисципліни				
Обсяг:	Кредитів ECTS	Годин	За видами занять:					Лабораторних занять	Самостійна підготовка
			Лекцій	Семінарських занять	Практичних занять				
	5	150	18	-	18		18	96	
АНОТАЦІЯ КУРСУ									
Взаємозв'язок у структурно-логічній схемі									
Освітні компоненти, які передують вивченню									
Освітні компоненти для яких є базовою									
Мета курсу:	Ознайомлення з основними поняттями робототехніки, освоєння принципів проектування та управління сучасними робототехнічними системами, формування у студентів умінь та навичок в галузі комплексної автоматизації виробничих процесів різного призначення із застосуванням сучасних гнучких засобів автоматизації роботів.								
Компетентності відповідно до освітньої програми									
Soft- skills / Загальні компетентності (ЗК)					Hard-skills / Спеціальні компетентності (СК)				
ЗК 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. ЗК 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК 3. Здатність до розуміння предметної області та професійної діяльності. ЗК 4. Здатність спілкуватися іноземною мовою. ЗК 5. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями					СК7. Володіння знаннями про інформаційні моделі даних, здатність створювати програмне забезпечення для зберігання, СК8. Здатність застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв'язання завдань інженерії програмного забезпечення				
Програмні результати навчання (ПР)									
ПР7. Знати і застосовувати на практиці фундаментальні концепції, парадигми і основні принципи функціонування мовних, інструментальних і обчислювальних засобів інженерії програмного забезпечення.									
ПР18. Знати та вміти застосовувати інформаційні технології обробки, зберігання та передачі даних.									
ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ									
Тема, опис теми				Вид заняття	Оцінювання за тему	Форми і методи навчання/питання до самостійної роботи			

Розділ 1 «Поняття та конфігурація роботів»

Тема 1. Роботи і їх історія.

Знати: загальну історію робототехніки, основні принципи маніпуляції і навігації роботів, Однорідні кінематичні перетворення, які визначають рух маніпулятора, принципи моделювання засобів робототехніки.

Вміти: розрізняти види і покоління роботів, Працювати з графічним програмуванням, електронікою, робототехнікою на основі наборів Makeblock, ROBOBLOQ QOOPERS, Ubtech Jimu, розв'язувати пряму кінематичну задачу використовуючи значення Денавіта-Гартенберга.

Формування компетенцій: ЗК 1-5, СК 7, СК 8

Результати навчання: ПР7, ПР18

Рекомендовані джерела: 1-6

Заняття 1.1 Роботи і їх історія	Лекція 1	4	Лекція-візуалізація
Заняття 1.2 Кінематика маніпулятора: пряма задача	Практичне заняття 1		усне/письмове опитування, індивідуальне опитування, виступ студента на занятті
Заняття 1.3 Завантажуємо mBlock, встановлюємо драйвери, будуємо і підключаємо робота	Лабораторна робота 1		усне/письмове опитування, індивідуальне опитування, виступ студента на занятті

Тема 2. Конфігурації маніпуляторів

Знати: види зчленувань, з'єднань та механізми роботи маніпуляційних роботів, однорідні кінематичні перетворення, які визначають рух маніпулятора, принципи керування світло діодами та зумером робота.

Вміти: розв'язувати пряму та обернену кінематичні задачі, працювати з графічним програмуванням, електронікою, робототехнікою на основі наборів Makeblock, ROBOBLOQ QOOPERS, Ubtech Jimu.

Формування компетенцій: ЗК 1-5, СК7, СК8

Результати навчання: ПР7, ПР18

Рекомендовані джерела: 1-6

Заняття 2.1 Конфігурації маніпуляторів	Лекція 2	4	Лекція-візуалізація, експрес-опитування студентів
Заняття 2.2 Кінематика маніпулятора: зворотна задача	Практичне заняття 2		усне/письмове опитування, індивідуальне опитування, виступ студента на занятті
Заняття 2.3 Зміна кольору за допомогою змінних на борту робота	Лабораторна робота 2		усне/письмове опитування, індивідуальне опитування, виступ студента на занятті

Тема 3. Кінематика маніпуляційних роботів

Знати: Кінематику механізмів послідовних зв'язків, інверсну кінематику планарних механізмів, принципи динамічного управління, поняття кінетичної енергії і розподілу мас робота

Кінематику паралельних механізмів зв'язку, принципи керування ультразвуковим датчиком робота.

Вміти: Записувати рівняння динаміки робота, знаходити матриці перетворення Денавіта-Гартенберга, знаходити тензор інерції, працювати з графічним програмуванням, електронікою, робототехнікою на основі наборів Makeblock, ROBOBLOQ QOOPERS, Ubtech Jimu.

Формування компетенцій: ЗК 1-5, СК7, СК8

Результати навчання: ПР7, ПР18

Рекомендовані джерела: 1-6

Заняття 3.1 Кінематика маніпуляційних роботів	Лекція 3	4	Лекція-візуалізація, експрес-опитування студентів
Заняття 3.2 Динаміка двохортного маніпулятора з розподіленою масою. Пряме завдання	Практичне заняття 3		усне/письмове опитування, індивідуальне опитування, виступ студента на занятті
Заняття 3.3 Написання програми за замовчуванням з функціями	Лабораторна робота 3		усне/письмове опитування, індивідуальне опитування, виступ студента на занятті
Тема 4. Динаміка маніпуляційних роботів <u>Знати:</u> принципи динамічного управління, поняття кінетичної енергії і розподілу мас робота, принципи керування датчиком слідування за лінією робота. <u>Вміти:</u> записувати рівняння динаміки робота, розв'язувати задачу оберненої динаміки за методом Лагранжа-Ейлера, використовувати рішення для визначення крутних моментів для маніпулятора, працювати з графічним програмуванням, електронікою, робототехнікою на основі наборів Makeblock, ROBOBLOQ QOOPERS, Ubtech Jimu. <u>Формування компетенцій:</u> ЗК 1-5, СК7, СК8 <u>Результати навчання:</u> ПР7, ПР18 <u>Рекомендовані джерела:</u> 1-6			
Заняття 4.1 Динаміка маніпуляційних роботів	Лекція 4	16	Лекція-візуалізація, експрес-опитування студентів
Заняття 4.2 Динаміка двохортного маніпулятора з розподіленою масою. Зворотнє завдання	Практичне заняття 4		усне/письмове опитування, індивідуальне опитування, виступ студента на занятті, рубіжний контроль у вигляді модульного тестування
Заняття 4.3 Сумо мБот	Лабораторна робота 4		усне/письмове опитування, індивідуальне опитування, виступ студента на занятті, проведення модульного контролю № 1
Розділ 2 «Інформаційні пристрої та системи в робототехніці»			
Тема 5. Класифікація датчиків робота <u>Знати:</u> види і основні принципи роботи датчиків робота, поняття технічного зору, принципи керування роботами за допомогою мікропроцесорів. <u>Вміти:</u> давати класифікацію датчикам робота, траєкторію для двох обертових з'єднань, зображувати графічно положення, швидкості та прискорення, знаходити загальне рішення траєкторії типу 4-3-4, працювати з графічним програмуванням, електронікою, робототехнікою на основі наборів Makeblock, ROBOBLOQ QOOPERS, Ubtech Jimu. <u>Формування компетенцій:</u> ЗК 1-5, СК7, СК8 <u>Результати навчання:</u> ПР7, ПР18 <u>Рекомендовані джерела:</u> 1-6			
Заняття 5.1 Класифікація датчиків робота	Лекція 5	4	Лекція-візуалізація, експрес-опитування студентів
Заняття 5.2 Планування траєкторій для серійного подвійного шарнірного маніпулятора	Практичне заняття 5		усне/письмове опитування, індивідуальне опитування, виступ студента на занятті

Заняття 5.3 Світлове наведення: датчик освітленості робота	Лабораторна робота 5		усне/письмове опитування, індивідуальне опитування, виступ студента на занятті
<p>Тема 6. Обробка зображення в системах комп'ютерного зору</p> <p>Знати: основні типи зображень та їх характеристики, алгоритми визначення країв у півтонових зображеннях, принципи керування рухом робота для уникання перешкод</p> <p>Вміти: оброблювати зображення у системах технічного зору в бінарних та півтонових зображеннях, визначати геометричні характеристики двійкових зображень: число Ейлера, площу, положення та орієнтацію, здійснювати алгоритм виявлення країв Собеля ,працювати з графічним програмуванням, електронікою, робототехнікою на основі наборів Makeblock, ROBOBLOQ QOOPERS, Ubtech Jimu.</p> <p>Формування компетенцій: ЗК 1-5, СК7, СК8</p> <p>Результати навчання: ПР7, ПР18</p> <p>Рекомендовані джерела: 1-6</p>			
Заняття 6.1 Обробка зображення в системах комп'ютерного зору. Виявлення краю:	Лекція 6		Лекція-візуалізація, експрес-опитування студентів
Заняття 6.2 Керування маніпулятором. PID-регулятор	Практичне заняття 6	4	усне/письмове опитування, індивідуальне опитування, виступ студента на занятті
Заняття 6.3 Паралельно зв'язок з роботом через інтегроване середовище розробки	Лабораторна робота 6		усне/письмове опитування, індивідуальне опитування, виступ студента на занятті
<p>Тема 7. Інформаційні пристрої та системи в робототехніці</p> <p>Знати: загальну модель інформаційних моделей та їх характеристики, основну структуру програми Prolog: предикати, структури та списки, процедури рекурсії та об'єднання.</p> <p>Вміти: давати класифікацію інформаційним системам що використовуються в робототехніці, реалізовувати програми щодо вирішення проблем з використанням PROLOG, працювати з графічним програмуванням, електронікою, робототехнікою на основі наборів Makeblock, ROBOBLOQ QOOPERS, Ubtech Jimu.</p> <p>Формування компетенцій: ЗК 1-5, СК7, СК8</p> <p>Результати навчання: ПР7, ПР18</p> <p>Рекомендовані джерела: 1-6</p>			
Заняття 7.1 Інформаційні пристрої та системи в робототехніці	Лекція 7		Лекція-візуалізація, експрес-опитування студентів
Заняття 7.2 Обробка зображень в системах комп'ютерного зору: виявлення країв	Практичне заняття 7	4	усне/письмове опитування, індивідуальне опитування, виступ студента на занятті
Заняття 7.3 Дослідження стійкості робота в режимі очікування	Лабораторна робота 7		усне/письмове опитування, індивідуальне опитування, виступ студента на занятті

<p>Тема 8. Нейронні мережі. Нечітка логіка Знати: модель штучного нейрона та його функції активації, типи нейронних мереж та їх навчання, принципи систем управління нечіткого виводу, алгоритм Мамдані Вміти: реалізовувати логічні функції та проводити навчання нейронної мережі, реалізовувати систему нечіткого виводу та проводити її візуалізацію, працювати з графічним програмуванням, електронікою, робототехнікою на основі наборів Makeblock, ROBOBLOQ QOOPERS, Ubtech Jimu. Формування компетенцій: ЗК 1-5, СК 7, СК 8 Результати навчання: ПР7, ПР18 Рекомендовані джерела: 1-6</p>			
Заняття 8.1 Нейронні мережі. Нечітка логіка	Лекція 8		Лекція-візуалізація, експрес-опитування студентів
Заняття 8.2 Логічне програмування в PROLOG: уніфікація і рекурсія	Практичне заняття 8	4	усне/письмове опитування, індивідуальне опитування, виступ студента на занятті
Заняття 8.3 Триколісний гоночний робот збірка	Лабораторна робота 8		усне/письмове опитування, індивідуальне опитування, виступ студента на занятті
<p>Тема 9. Особливості програмування роботів Знати: Вимоги до мов програмування роботів, проблеми властиві мовам програмування роботів, принципи нечіткої логіки, алгоритм Мамдані Вміти: Програмувати роботів, створювати систему нечітких умовиводів для заданої функції, здійснювати візуалізацію нечіткої логічної системи, працювати з графічним програмуванням, електронікою, робототехнікою на основі наборів Makeblock, ROBOBLOQ QOOPERS, Ubtech Jimu. Формування компетенцій: ЗК 1-5, СК 7, СК 8 Результати навчання: ПР7, ПР18 Рекомендовані джерела: 1-6</p>			
Заняття 9.1 Особливості програмування роботів	Лекція 9		Лекція-візуалізація, експрес-опитування студентів
Заняття 9.2 Нейронні мережі. Нечітка логіка: алгоритм Мамдані	Практичне заняття 9	16	усне/письмове опитування, індивідуальне опитування, виступ студента на занятті
Заняття 9.3 Дистанційне керування роботом	Лабораторна робота 9		усне/письмове опитування, індивідуальне опитування, виступ студента на занятті, проведення модульного контролю № 2
Тема 1. Промислові роботи. Будова та призначення маніпуляторів. Станки з ЧПУ Тема 2. Пряма та обернена задача кінематики для промислових роботів Тема 3. Принципи програмного управління промисловими роботами	Самостійна робота		<ol style="list-style-type: none"> 1. Керування електродвигунами постійного і змінного струму 2. Мікропроцесорні пристрої управління в мехатронних системах 3. Засоби розробки програмного забезпечення для мікропроцесорних керуючих пристроїв у МС 4. Будова та класифікація систем управління мехатронними пристроями

<p>Тема 4. Принципи побудови і функціонування робототехнічних комплексів та ГНУЧКИХ автоматизованих виробництв</p> <p>Тема 5. Програмне забезпечення для проектування, моделювання та відлагодження робототехнічних систем</p>			<ol style="list-style-type: none"> 5. Використання ШТУЧНОГО інтелекту в МС 6. Проектування мехатронних пристроїв і систем 7. Промислові робота. Будова та призначення маніпуляторів. Станки з ЧПУ 8. Пряма та обернена задача кінематики для промислових роботів 9. Принципи програмного управління промисловими роботами 10. Принципи побудови і функціонування робототехнічних комплексів та ГНУЧКИХ автоматизованих виробництв 11. Програмне забезпечення для проектування, моделювання та відлагодження робототехнічних систем
--	--	--	---

МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Лабораторія № 225 Інтернет речей компанії Vodafone. Матеріально-технічне забезпечення: 1) Комп'ютери Everest Enterprise 7600 (2019 рік) –15 шт; 2) Комп'ютери HP 280 G2 MT (2017 рік) – 2 шт. 3) Роботи -5 шт.;4) Дрон – 1 шт.;

Програмне забезпечення: mBlock 5; Freeware license; <https://www.mblock.cc/en-us/download/>, Cisco Packet tracer Freeware license; <https://www.netacad.com/ru/courses/packettracer> , Octave Online · Cloud IDE compatible with MATLAB. URL: <https://octave-online.net/>, GNU Octave Freeware license; <https://octave.org/>

ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

1. Robotics. Навчальний посібник. / К. П. Сторчак, В. Р. Миколайчук, А. М. Тушич. – Київ: ДУТ, 2019. – 96 с. / [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://duikt.edu.ua/uploads/1_1857_15027286.pdf
2. Craig J. Introduction to Robotics Mechanics and Control [Електронний ресурс] / John J. Craig // 3 – Режим доступу до ресурсу: https://duikt.edu.ua/uploads/1_1681_71247555.pdf.
3. Орловський Б. В. МЕХАТРОНІКА В ГАЛУЗЕВОМУ МАШИНОБУДУВАННІ : навч. посіб. Київ : КНУТД, 2018. 416 с. URL: <https://duikt.edu.ua/ua/lib/1/category/739/view/1830> .
4. Asada H., Leonard J. Introduction to Robotics | Mechanical Engineering | MIT OpenCourseWare. MIT OpenCourseWare. URL: <https://ocw.mit.edu/courses/2-12-introduction-to-robotics-fall-2005/>.
5. Tedrake R. Robotic Manipulation | Electrical Engineering and Computer Science | MIT OpenCourseWare. MIT OpenCourseWare. URL: <https://ocw.mit.edu/courses/6-4210-robotic-manipulation-fall-2022/>.
6. Robotics / M. Mihelj et al. Cham : Springer International Publishing, 2019. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-72911-4>.

ПОЛІТИКА КУРСУ («ПРАВИЛА ГРИ»)

- Курс передбачає роботу в колективі.
- Середовище в аудиторії є дружнім, творчим, відкритим до конструктивної критики.
- Освоєння дисципліни передбачає обов'язкове відвідування лекцій і практичних занять, а також самостійну роботу.

- Самостійна робота включає в себе теоретичне вивчення питань, що стосуються тем лекційних занять, які не ввійшли в теоретичний курс, або ж були розглянуті коротко, їх поглиблена проробка за рекомендованою літературою.
- Усі завдання, передбачені програмою, мають бути виконані у встановлений термін.
- Якщо студент відсутній з поважної причини, він презентує виконані завдання під час самостійної підготовки та консультації викладача.
- Під час роботи над завданнями не допустимо порушення академічної доброчесності: при використанні Інтернет ресурсів та інших джерел інформації студент повинен вказати джерело, використане в ході виконання завдання. Виявлення ознак академічної недоброчесності в практичній (письмовій) роботі студента є підставою для її незарахування викладачем.
- Студент, який спізнився має право бути присутнім на занятті. Студенти мають інформувати старосту про неможливість відвідати заняття.
- Користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням є підставою для незарахування викладачем роботи студента.

КРИТЕРІЙ ТА МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ

Умовою допуску до підсумкового контролю є виконання всіх лабораторних і практичних робіт і виконання самостійних завдань, які передбачені структурою освітньої компоненти Робототехніка.

Якщо студента не допущено до складання заліку, як такого, що не виконав індивідуальний план, йому надається час до перескладання для виконання всіх вимог допуску. Студент має право на два перескладання. При повторному перескладанні екзамену його у студента може приймати комісія, яка створюється директором ННІТ. Оцінка комісії є остаточною. У випадку отримання студентом 0 балів (неприйнятно), що тягне відрахування за невиконання навчального плану.

Оцінювання студентів здійснюється за накопичувальною 100-бальною системою і складається із двох основних оцінкових блоків і розподіляється в певних пропорціях 60 (бали *напрацьовані під час вивчення дисципліни – Поточний контроль*), 40 (*підсумкове оцінювання - Залік*):

Форми контролю	Види навчальної роботи	Оцінювання
ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ	<i>Робота на заняттях, у т.ч.:</i>	
	<ul style="list-style-type: none"> • присутність на заняттях (при пропусках занять з поважних причин допускається відпрацювання пройденого матеріалу) 	за кожне відвідування 0,5 бала
	<ul style="list-style-type: none"> • участь у експрес-опитуванні 	за кожну правильну відповідь 0,5 бала
	<ul style="list-style-type: none"> • усне опитування, тестування, рішення практичних та лабораторних завдань 	За відмінне виконання завдань 1,5 бала
РУБІЖНЕ ОЦІНЮВАННЯ (МОДУЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ)	Модульний контроль № 1 «Конфігурація роботів»	максимальна оцінка – 18,5 балів
	Модульний контроль № 2 «Інформаційні пристрої та системи в робототехніці»	максимальна оцінка – 18,5 балів
ПІДСУМКОВЕ ОЦІНЮВАННЯ Залік	Метою заліку є контроль сформованості практичних навичок та професійних компетентностей, необхідних для виконання професійних обов'язків. Залік проходить у письмовій формі.	30 балів

ПІДСУМКОВА ОЦІНКА ЗА ДИСЦИПЛІНУ

бали	Критерії оцінювання	Рівень компетентності	Оцінка /запис в екзаменаційній відомості
------	---------------------	-----------------------	--

90-100	<p>Студент демонструє повні й міцні знання навчального матеріалу в обсязі, що відповідає робочій програмі дисципліни, правильно й обґрунтовано приймає необхідні рішення в різних нестандартних ситуаціях.</p> <p>Вміє реалізувати теоретичні положення дисципліни в практичних розрахунках, аналізувати та співставляти дані об'єктів діяльності фахівця на основі набутих з даної та суміжних дисциплін знань та умінь.</p> <p>Знає сучасні технології та методи розрахунків з даної дисципліни. За час навчання при проведенні практичних занять, при виконанні індивідуальних / контрольних завдань проявив вміння самостійно вирішувати поставлені завдання, активно включатись в дискусії, може відстоювати власну позицію в питаннях та рішеннях, що розглядаються. Зменшення 100-бальної оцінки може бути пов'язане з недостатнім розкриттям питань, що стосується дисципліни, яка вивчається, але виходить за рамки об'єму матеріалу, передбаченого робочою програмою, або студент проявляє невпевненість в тлумаченні теоретичних положень чи складних практичних завдань.</p>	<p>Високий</p> <p>Повністю забезпечує вимоги до знань, умінь і навичок, що викладені в робочій програмі дисципліни. Власні пропозиції студента в оцінках і вирішенні практичних задач підвищує його вміння використовувати знання, які він отримав при вивченні інших дисциплін, а також знання, набуті при самостійному поглибленому вивченні питань, що відносяться до дисципліни, яка вивчається.</p>	<p>Відмінно / Зараховано (A)</p>
82-89	<p>Студент демонструє гарні знання, добре володіє матеріалом, що відповідає робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та вміє застосовувати теоретичні положення при вирішенні практичних задач, але допускає окремі неточності. Вміє самостійно виправляти допущені помилки, кількість яких є незначною.</p> <p>Знає сучасні технології та методи розрахунків з даної дисципліни. За час навчання при проведенні практичних занять, при виконанні індивідуальних / контрольних завдань та поясненні прийнятих рішень, дає вичерпні пояснення.</p>	<p>Достатній</p> <p>Забезпечує студенту самостійне вирішення основних практичних задач в умовах, коли вихідні дані в них змінюються порівняно з прикладами, що розглянуті при вивченні дисципліни</p>	<p>Добре / Зараховано (B)</p>
75-81	<p>Студент в загальному добре володіє матеріалом, знає основні положення матеріалу, що відповідає робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та вміє застосовувати при вирішенні типових практичних завдань, але допускає окремі неточності. Вміє пояснити основні положення виконаних завдань та дати правильні відповіді при зміні результату при заданій зміні вихідних параметрів. Помилки у відповідях/ рішеннях/ розрахунках не є системними. Знає характеристики основних положень, що мають визначальне значення при проведенні практичних занять, при виконанні індивідуальних / контрольних завдань та поясненні прийнятих рішень, в межах дисципліни, що вивчається.</p>	<p>Достатній</p> <p>Конкретний рівень, за вивченим матеріалом робочої програми дисципліни.</p> <p>Додаткові питання про можливість використання теоретичних положень для практичного використання викликають утруднення.</p>	<p>Добре / Зараховано (C)</p>
64-74	<p>Студент засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни, та розуміє постанову стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішень. Розуміє основні положення, що є визначальними в курсі, може вирішувати подібні завдання тим, що розглядалися з</p>	<p>Середній</p> <p>Забезпечує достатньо надійний рівень відтворення основних положень дисципліни</p>	<p>Задовільно / Зараховано (D)</p>

	викладачем, але допускає значну кількість неточностей і грубих помилок, які може усувати за допомогою викладача.		
60-63	Студент має певні знання, передбачені в робочій програмі дисципліни, володіє основними положеннями, що вивчаються на рівні, який визначається як мінімально допустимий. З використанням основних теоретичних положень, студент з труднощами пояснює правила вирішення практичних/розрахункових завдань дисципліни. Виконання практичних / індивідуальних / контрольних завдань значно формалізовано: є відповідність алгоритму, але відсутнє глибоке розуміння роботи та взаємозв'язків з іншими дисциплінами.	Середній Є мінімально допустимим у всіх складових навчальної програми з дисципліни	Задовільно / Зараховано (E)
35-59	Студент може відтворити окремі фрагменти з курсу. Незважаючи на те, що програму навчальної дисципліни студент виконав, працював він пасивно, його відповіді під час практичних робіт в більшості є невірними, необґрунтованими. Цілісність розуміння матеріалу з дисципліни у студента відсутні.	Низький Не забезпечує практичної реалізації задач, що формуються при вивченні дисципліни	Незадовільно з можливістю повторного складання) / Не зараховано (FX) В залікову книжку не представляється
1-34	Студент повністю не виконав вимог робочої програми навчальної дисципліни. Його знання на підсумкових етапах навчання є фрагментарними. Студент не допущений до здачі заліку.	Незадовільний Студент не підготовлений до самостійного вирішення задач, які окреслює мета та завдання дисципліни	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням / Не допущений (F) В залікову книжку не представляється