

Затверджено
Завідувач кафедри
ТСМ  Віктор ЗАЙКА
« 31 » 08 2026р.

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМ ТА МЕРЕЖ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ»**

Лектор курсу			Герасимчук Владислав Сергійович, PhD (доктор філософії), доцент кафедри Телекомунікаційних систем та мереж Малюженко Михайло Вікторович, кандидат технічних наук, доцент кафедри Інтернет технологій		Контактна інформація лектора (e-mail), сторінка курсу в Google Class		e-mail: v.herasymchuk@duikt.edu.ua m.malyuzhenko@duikt.edu.ua Код курсу в Google Class – f3vupr4f	
Галузь знань			G Інженерія, виробництво та будівництво		Рівень вищої освіти		Магістр	
Спеціальність			G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка		Семестр		1-2	
Освітня програма			Телекомунікаційні системи та мережі		Тип дисципліни		Обов'язкова	
3. Обсяг:	Кредитів ECTS	Годин	За видами занять:					
			Лекцій	Семінарських занять	Практичних занять	Лабораторних занять	Самостійна підготовка	
	6	180	36	-	36	-	108	
АНОТАЦІЯ КУРСУ								
Взаємозв'язок у структурно-логічній схемі								
Освітні компоненти, які передують вивченню			Англійська мова для ділової комунікації, Управління телекомунікаційними системами та мережами, Синхронізація в інфокомунікаційних мережах					
Освітні компоненти для яких є базовою			Проектування телекомунікаційних систем та мереж, Науково-дослідна практика, Переддипломна практика					
Мета курсу:	Метою навчальної дисципліни є формування знань щодо математичного та комп'ютерного моделювання телекомунікаційних систем і мереж, засвоєння методів оптимізації трафіку, топології та параметрів каналів зв'язку.							

Компетенції відповідно до освітньої програми	
Soft- skills / Загальні компетентності (ЗК)	Hard-skills / Фахові компетентності (ФК)
ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, критичного аналізу, оцінювання, синтезу нових та комплексних наукових ідей. ЗК2. Здатність генерувати нові ідеї (креативність) в предметній області професійної діяльності.	ФК2. Здатність до реалізації принципів системного підходу при проведенні досліджень процесів, що протікають в системах електронних комунікацій, інфокомунікаційних мережах, радіотехнічних системах, комплексах та пристроях. ФК3. Здатність обґрунтовано обирати та ефективно застосовувати математичні методи, комп'ютерні технології моделювання, а також технічні підходи для оптимізації параметрів синхронізації, якості функціонування систем електронних комунікацій, інфокомунікаційних мереж і радіотехнічних систем, комплексів, технологій, пристроїв та їх компонентів на всіх етапах їх життєвого циклу з метою отримання техніко-економічного виграшу. ФК4. Здатність застосовувати комплексний підхід до вирішення задач забезпечення синхронізації, надійності, живучості, завадозахищеності, інформаційної безпеки та пропускну здатності систем електронних комунікацій, інфокомунікаційних мереж та радіотехнічних систем. ФК5. Здатність розробляти, вдосконалювати та використовувати сучасне програмне, апаратне та програмно-апаратне забезпечення систем електронних комунікацій, інфокомунікаційних мереж та радіотехнічних систем, комплексів, пристроїв, засобів, а також сучасні методи вимірювання часу та частоти в мережах синхронізації. ФК9. Здатність самостійно та в колективі проводити наукові дослідження, аналізувати їх результати, обґрунтовувати висновки і рекомендації та презентувати результати досліджень фахівцям і нефахівцям, ретельно аргументуючи власну позицію.
Програмні результати навчання (ПРН)	
ПРН3. Знати теоретичні основи, принципи побудови і функціонування сучасних та перспективних систем електронних комунікацій, інфокомунікаційних мереж та радіотехнічних систем, комплексів, технологій, пристроїв та їх компонентів. ПРН4. Знати і розуміти принципи та методи дослідження, проєктування, впровадження, експлуатації, модернізації сучасних та перспективних систем комплексів, технологій, пристроїв та їх компонентів за напрямком професійної діяльності. ПРН6. Вміти аналізувати напрями перспективного розвитку і новітні стандарти у сфері електронних комунікацій та радіотехніки; користуватися чинною нормативною базою та технічними регламентами глобальних інститутів стандартизації та галузевих технічних вимог з метою впровадження нових послуг телекомунікацій. ПРН7. Вміти оцінювати і локалізувати стан проблемної ситуації на етапах проєктування, впровадження, експлуатації, модернізації та дослідження сучасних та перспективних систем електронних комунікацій, інфокомунікаційних мереж, радіотехнічних систем, комплексів, технологій, пристроїв та їх компонентів, формулювати пропозиції щодо її вирішення з усуненням виявлених недоліків.	

ПРН9. Вміти застосовувати комплексний підхід до вирішення задач забезпечення надійності, живучості, завадозахищеності, інформаційної безпеки та пропускну здатності телекомунікаційних та радіотехнічних систем.

ПРН12. Володіти навичками розв'язання актуальних наукових задач в області електронних комунікацій та радіотехніки, організації та планування експерименту, обробки отриманих результатів за напрямком професійної діяльності та вміти оформити виконане дослідження відповідно до нормативних вимог.

ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ

Тема, опис теми	Вид заняття	Оцінювання за тему	Форми і методи навчання/питання до самостійної роботи
Тема 1. Вступ. Основні поняття теорії систем і мереж телекомунікацій. Знати: основні поняття теорії систем і мереж, принципи побудови телекомунікаційних систем, основні характеристики мереж. Вміти: описувати структуру телекомунікаційних систем, визначати їх основні параметри, застосовувати системний підхід. Формування компетенцій: ЗК1-2 Програмні результати навчання: ПРН3-4 Рекомендовані джерела: 1-7, 16, 19, 22			
Заняття 1.1 Вступ. Основні поняття теорії систем і мереж телекомунікацій.	Лекція 2 г.	3	Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 1.2 Синтез алгоритмів моделювання цифровиз систем.	Практичне заняття 2 г.		Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.
Тема 2. Класифікація моделей та методи аналізу телекомунікаційних об'єктів. Знати: види моделей телекомунікаційних об'єктів, методи моделювання та аналізу, критерії адекватності моделей. Вміти: класифікувати моделі, обирати метод моделювання, аналізувати результати моделювання. Формування компетенцій: ЗК1-2, ФК2 Програмні результати навчання: ПРН3-4, ПРН7 Рекомендовані джерела: 1-9, 13-25			
Заняття 2.1 Класифікація моделей та методи аналізу телекомунікаційних об'єктів.	Лекція 2 г.	3	Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 2.2 Дослідження завадозахищеності систем методом статистичного моделювання.	Практичне заняття 2 г.		Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.
Тема 3. Імітаційне моделювання трафіку та мережевих протоколів (NS-3 / MATLAB). Знати: принципи імітаційного моделювання трафіку, основні мережеві протоколи, можливості NS-3 та MATLAB. Вміти: створювати моделі мережевого трафіку, задавати параметри мережі, оцінювати пропускну здатність, затримку та втрати пакетів. Формування компетенцій: ЗК1-2, ФК2-3 Програмні результати навчання: ПРН3-4 Рекомендовані джерела: 1, 3, 4, 8, 12, 18, 19, 25			
Заняття 3.1 Імітаційне моделювання трафіку та мережевих протоколів (NS-3 / MATLAB).	Лекція 2 г.	3	Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування

Заняття 3.2 Принципи побудови моделюючих алгоритмів.	Практичне заняття 2 г.		Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.
Тема 4. Імітаційне моделювання систем фазової синхронізації Знати: принципи фазової синхронізації, структуру систем синхронізації, основні параметри та характеристики. Вміти: будувати моделі систем синхронізації, досліджувати їх параметри, оцінювати точність і стабільність. Формування компетенцій: ЗК1-2, ФК2-3 Програмні результати навчання: ПРН3-4, ПРН12 Рекомендовані джерела: 1-4, 9-17			
Заняття 4.1 Імітаційне моделювання систем фазової синхронізації.	Лекція 2 г.	3	Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 4.2 Моделювання випадкових подій.	Практичне заняття 2 г.		Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.
Тема 5. Алгоритмічні способи синтезу вхідних сигналів. Знати: види вхідних сигналів, принципи їх формування, алгоритми генерації детермінованих і випадкових сигналів. Вміти: формувати вхідні сигнали, задавати їх параметри, використовувати сигнали для моделювання систем. Формування компетенцій: ЗК1-2, ФК2-3 Програмні результати навчання: ПРН3-4, ПРН7, ПРН9 Рекомендовані джерела: 1-11, 14-18			
Заняття 5.1 Алгоритмічні способи синтезу вхідних сигналів.	Лекція 2 г.	3	Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 5.2 Моделювання систем масового обслуговування.	Практичне заняття 2 г.		Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.
Тема 6. Моделі масового обслуговування в мережах зв'язку. Знати: основи теорії масового обслуговування, види потоків заявок, дисципліни обслуговування, показники якості. Вміти: будувати моделі масового обслуговування, оцінювати завантаження та якість обслуговування мереж. Формування компетенцій: ЗК1-2, ФК2-4 Програмні результати навчання: ПРН3-4, ПРН6, ПРН12 Рекомендовані джерела: 2-12, 19			
Заняття 6.1 Моделі масового обслуговування в мережах зв'язку.	Лекція 2 г.	3	Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 6.2 Моделювання мереж масового обслуговування.	Практичне заняття 2 г.		Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.
Тема 7. Графові моделі топології та аналіз структурної надійності мереж. Знати: основи теорії графів, графові моделі мереж, типи топологій, показники структурної надійності.			

<u>Вміти:</u> будувати графові моделі, аналізувати зв'язність мережі, визначати критичні елементи та оцінювати надійність. Формування компетенцій: ЗК1-2, ФК2-4 Програмні результати навчання: ПРН3-4, ПРН6-7 Рекомендовані джерела: 1-8, 17-24			
Заняття 7.1 Графові моделі топології та аналіз структурної надійності мереж.	Лекція 2 г.	3	Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 7.2 Випробування імітаційної моделі.	Практичне заняття 2 г.		Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.
Тема 8. Випробування імітаційних моделей. <u>Знати:</u> принципи випробування імітаційних моделей, методи тестування, верифікації та валідації. <u>Вміти:</u> планувати випробування моделей, виявляти помилки, перевіряти адекватність і достовірність результатів. Формування компетенцій: ЗК1-2, ФК2-4 Програмні результати навчання: ПРН3-4, ПРН6 Рекомендовані джерела: 1-7, 13, 15, 22			
Заняття 8.1 Випробування імітаційних моделей.	Лекція 2 г.	3	Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 8.2 Верифікація, перевірка та калібрування імітаційної моделі.	Практичне заняття 2 г.		Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.
Тема 9. Дослідження властивостей імітаційних моделей. <u>Знати:</u> властивості імітаційних моделей, поняття стійкості, адекватності та чутливості. <u>Вміти:</u> досліджувати параметри моделі, визначати її чутливість, аналізувати результати експериментів.; Формування компетенцій: ЗК1-2, ФК2-5 Програмні результати навчання: ПРН3-4, ПРН6-7, ПРН12 Рекомендовані джерела: 1-6, 9, 17-25			
Заняття 9.1 Дослідження властивостей імітаційних моделей.	Лекція 2 г.	3	Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 9.2 Технологічні етапи випробування і експлуатації імітаційних моделей.	Практичне заняття 2 г.		Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.
Тема 10. Постановка задач оптимізації (одно- та багатокритеріальні задачі). <u>Знати:</u> основні поняття задач оптимізації, цільові функції, змінні та обмеження, одно- та багатокритеріальні задачі. <u>Вміти:</u> формулювати задачі оптимізації, визначати критерії та обмеження, оцінювати оптимальні рішення. Формування компетенцій: ЗК1-2, ФК2-5 Програмні результати навчання: ПРН3-4, ПРН6-7, ПРН9 Рекомендовані джерела: 1, 2, 4-6, 9, 11, 15, 20			

Заняття 10.1 Постановка задач оптимізації (одно- та багатокритеріальні задачі).	Лекція 2 г.	3	Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 10.2 Оцінка похибок імітації за наявності генераторів псевдовипадкових чисел.	Практичне заняття 2 г.		Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.
Тема 11. Загальна характеристика задачі векторного синтезу. Зведення векторного синтезу до скалярного. Знати: поняття векторного синтезу, векторні критерії, методи зведення векторної задачі до скалярної. Вміти: формувати систему критеріїв, нормалізувати їх, здійснювати скаляризацію задачі. Формування компетенцій: ЗК1-2, ФК2-5 Програмні результати навчання: ПРН3-4, ПРН6-7 Рекомендовані джерела: 1-9, 11-14, 20-23			
Заняття 11.1 Загальна характеристика задачі векторного синтезу. Зведення векторного синтезу до скалярного.	Лекція 2 г.	3	Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 11.2 Оцінка тривалості перехідних режимів в роботі імітаційних моделей.	Практичне заняття 2 г.		Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.
Тема 12. Векторні критерії оптимальності і методи об'єднання. Знати: векторні критерії оптимальності, поняття Парето-оптимальності, методи об'єднання критеріїв. Вміти: порівнювати альтернативи, визначати Парето-оптимальні рішення, знаходити компромісні рішення. Формування компетенцій: ЗК1-2, ФК2-5, ФК9 Програмні результати навчання: ПРН3-4, ПРН6-7 Рекомендовані джерела: 4-18			
Заняття 12.1 Векторні критерії оптимальності і методи об'єднання.	Лекція 2 г.	3	Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 12.2 Оцінка стійкості результатів імітації досліджуваних процесів.	Практичне заняття 2 г.		Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.
Тема 13. Оптимізація маршрутизації та потоко розподілу в IP/MPLS мережах. Знати: принципи маршрутизації та потокорозподілу в IP/MPLS мережах, основні критерії оптимізації. Вміти: визначати оптимальні маршрути, розподіляти мережевий трафік, мінімізувати затримки та перевантаження. Формування компетенцій: ЗК1-2, ФК2-5, ФК9 Програмні результати навчання: ПРН3-4, ПРН6-7 Рекомендовані джерела: 1, 7, 15-20			
Заняття 13.1 Оптимізація маршрутизації та потоко розподілу в IP/MPLS мережах.	Лекція 2 г.	3	Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування

Заняття 13.2 Урахування випадкових факторів в задачах оптимізації.	Практичне заняття 2 г.		Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.
Тема 14. Оптимізація пропускну здатності та затримок у радіо- і дротових мережах. Знати: поняття пропускну здатності та затримки, фактори впливу на характеристики мереж, критерії ефективності. Вміти: оцінювати пропускну здатність і затримку, визначати обмеження мережі, оптимізувати її параметри. Формування компетенцій: ЗК1-2, ФК2-5, ФК9 Програмні результати навчання: ПРН3-4, ПРН6-7, ПРН9 Рекомендовані джерела: 1, 3, 8-14, 19-25			
Заняття 14.1 Оптимізація пропускну здатності та затримок у радіо- і дротових мережах.	Лекція 2 г.	3	Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 14.2 Рівняння Ейлера та принцип максимуму.	Практичне заняття 2 г.		Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.
Тема 15. Методи скалярного синтезу параметрів структури і дискретного вектору системи Знати: принципи скалярного синтезу, структурні та дискретні параметри систем, критерії оптимальності. Вміти: формувати простір рішень, здійснювати скалярний синтез, визначати оптимальні параметри структури системи. Формування компетенцій: ЗК1-2, ФК2-5, ФК9 Програмні результати навчання: ПРН3-4, ПРН6-7, ПРН9 Рекомендовані джерела: 1-15, 20-25			
Заняття 9.1 Методи скалярного синтезу параметрів структури і дискретного вектору системи	Лекція 2 г.	3	Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 9.2 Динамічне програмування.	Практичне заняття 2 г.		Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.
Тема 16. Синтез телекомунікаційних систем за двома показниками якості Знати: принципи синтезу систем за двома показниками якості, методи багатокритеріального вибору, поняття компромісу. Вміти: формувати двокритеріальні задачі, порівнювати варіанти систем, визначати оптимальне компромісне рішення. Формування компетенцій: ЗК1-2, ФК2-5, ФК9 Програмні результати навчання: ПРН3-4, ПРН6-7, ПРН9 Рекомендовані джерела: 1-7, 15-22			
Заняття 16.1 Синтез телекомунікаційних систем за двома показниками якості	Лекція 2 г.	3	Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 16.2 Алгоритм Форда, вибір оптимального варіанту організації мережі.	Практичне заняття 2 г.		Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.

Тема 17. Евристичні та генетичні алгоритми в оптимізації складних мереж.

Знати: принципи евристичної оптимізації, основи генетичних алгоритмів, операції селекції, схрещування та мутації.

Вміти: формувати функцію пристосованості, налаштовувати генетичні алгоритми, застосовувати їх для оптимізації мереж.

Формування компетенцій: ЗК1-2, ФК2-5, ФК9

Програмні результати навчання: ПРН3-4, ПРН6-7, ПРН9, ПРН12

Рекомендовані джерела: 5-16, 24,25

Заняття 17.1 Евристичні та генетичні алгоритми в оптимізації складних мереж.	Лекція 2 г.	3	Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 17.2 Симплекс-метод.	Практичне заняття 2 г.		Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.

Тема 18. Самонавчальні системи в задачах управління.

Знати: принципи самонавчальних систем, основи машинного навчання, адаптивного та інтелектуального управління.

Вміти: формувати структуру самонавчальної системи, застосовувати методи машинного навчання, оцінювати результати адаптації та управління.

Формування компетенцій: ЗК1-2, ФК2-5, ФК9

Програмні результати навчання: ПРН3-4, ПРН6-7, ПРН9, ПРН12

Рекомендовані джерела: 1-25

Заняття 18.1 Самонавчальні системи в задачах управління.	Лекція 2 г.	3	Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 18.2 Синтез параметрів структури методом стохастичної апроксимації.	Практичне заняття 2 г.		Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.

МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

- Мультимедійний проектор;
- Комп'ютерний клас для проведення практичних занять

ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

1. Кузнецов О. В., Кучук Г. А. Теорія телетрафіку та моделювання телекомунікаційних систем : навч. посіб. – Харків : ХНУРЕ, 2020.
2. Кучук Г. А., Можаяєв О. О., Воробйов О. В. Моделювання систем та процесів : навч. посіб. – Харків : ХУПС, 2017.
3. Кучук Г. А. Моделі та методи управління мережевими ресурсами : монографія. – Харків : ХУПС, 2013.
4. Кучук Г. А., Давидов В. В., Смірнов О. О. Комп'ютерні мережі : навч. посіб. – Харків : ХУПС, 2019.
5. Таненбаум Е., Везеролл Д. Комп'ютерні мережі. – 5-те вид. – Київ : Діалектика, 2019.
6. Kurose J. F., Ross K. W. Computer Networking: A Top-Down Approach. – 8th ed. – Pearson, 2021.
7. Stallings W. Data and Computer Communications. – 10th ed. – Pearson, 2013.
8. Stallings W. Foundations of Modern Networking: SDN, 5G, IoT, and Cloud. – Addison-Wesley, 2016.
9. Banks J., Carson J. S., Nelson B. L., Nicol D. M. Discrete-Event System Simulation. – 5th ed. – Pearson, 2010.
10. Law A. M. Simulation Modeling and Analysis. – 5th ed. – McGraw-Hill, 2015.
11. Sargent R. G. Verification and Validation of Simulation Models // Journal of Simulation. – 2013. – Vol. 7. – P. 12–24.

12. ns-3 Consortium. ns-3 Documentation: Tutorial, Manual and Model Library. – Офіційна документація ns-3.
13. MathWorks. Simulink Documentation: Simulation and Model-Based Design. – Офіційна документація MATLAB/Simulink.
14. MathWorks. Communications Toolbox Documentation. – Офіційна документація для моделювання та аналізу систем зв'язку.
15. Gross D., Shortle J. F., Thompson J. M., Harris C. M. Fundamentals of Queueing Theory. – 5th ed. – Wiley, 2018.
16. Bertsekas D. P., Gallager R. G. Data Networks. – 2nd ed. – Prentice Hall, 1992.
17. Bertsekas D. P. Network Optimization: Continuous and Discrete Models. – Athena Scientific, 1998.
18. Boyd S., Vandenberghe L. Convex Optimization. – Cambridge University Press, 2004.
19. Miettinen K. Nonlinear Multiobjective Optimization. – Springer, 1999.
20. Deb K. Multi-Objective Optimization Using Evolutionary Algorithms. – Wiley, 2001.
21. Gen M., Cheng R., Lin L. Network Models and Optimization: Multiobjective Genetic Algorithm Approach. – Springer, 2008. Книга безпосередньо охоплює багатокритеріальні генетичні алгоритми для задач оптимізації мереж, зокрема телекомунікаційних.
22. Smith G. D. (ed.). Telecommunications Optimization: Heuristic and Adaptive Techniques. – Wiley, 2002. Видання охоплює евристичні та генетичні методи проектування мереж, маршрутизацію та оптимізацію мережевих структур.
23. Goldberg D. E. Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning. – Addison-Wesley, 1989.
24. Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. – 4th ed. – Pearson, 2021.
25. Haykin S. Neural Networks and Learning Machines. – 3rd ed. – Pearson, 2009.

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 аспірант відсутній з поважної причини, він презентує виконання 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 аспірант повинен вказати джерело, використане в ході виконання завдання. У разі виявлення факту плагіату аспірант отримує за завдання 0 балів.
- Аспірант, який спізнився, вважається таким, що пропустив заняття з неповажної причини з виставленням 0 балів за заняття, і при цьому має право бути присутнім на занятті.
- За використання телефонів і комп'ютерних засобів без дозволу викладача, порушення дисципліни аспірант видаляється з заняття, за заняття отримує 0 балів.

КРИТЕРІЇ ТА МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ

Оцінювання аспірантів здійснюється за накопичувальною 100-бальною системою і складається із двох основних блоків і розподіляється в певних пропорціях: 54 (бали напрацьовані під час вивчення дисципліни) та 46 (залік):
перший блок – бали за успішне виконання практичних занять та підготовка тез та наукових статей (54 бали);
другий блок – за підсумковий контроль – залік/іспит (46 балів).

Форми контролю	Види навчальної роботи	Оцінювання
ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ	<i>Робота на заняттях, у т.ч.:</i>	
	• бали за успішну роботу на практичних заняттях (54 бали)	за роботу на практичному занятті - до 3 балів

Додаткова оцінка	Участь у наукових конференціях, підготовка наукових публікацій, участь у Всеукраїнських та Міжнародних конкурсах наукових студентських робіт за спеціальністю, створення кейсів тощо.	максимальна оцінка – 10 балів	
ПІДСУМКОВЕ ОЦІНЮВАННЯ Залік	Метою заліку/іспиту є контроль сформованості практичних навичок та професійних компетенцій, необхідних для виконання професійних обов’язків. Залік проходить у письмовій формі.	максимальна оцінка – 46 балів	
ПІДСУМКОВА ОЦІНКА ЗА ДИСЦИПЛІНУ			
бали	Критерії оцінювання	Рівень компетентності	Оцінка /запис в екзаменаційній відомості
90-100	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. 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. 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.	Високий 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.	Відмінно / Зараховано (А)
82-89	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. 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.	Достатній Забезпечує студенту самостійне вирішення основних практичних задач в умовах, коли вихідні дані в них змінюються порівняно з прикладами, що розглянуті при вивченні дисципліни	Добре / Зараховано (В)
75-81	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	Достатній Конкретний рівень, за вивченим матеріалом робочої програми дисципліни. Додаткові питання про можливість використання теоретичних положень для практичного використання	Добре / Зараховано (С)

	виконанні індивідуальних / контрольних завдань та поясненні прийнятих рішень, в межах дисципліни, що вивчається.	викликають утруднення.	
64-74	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 викладачем, але допускає значну кількість неточностей і грубих помилок, які може усувати за допомогою викладача.	Середній Забезпечує достатньо надійний рівень відтворення основних положень дисципліни	Задовільно / Зараховано (D)
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) <i>В залікову книжку не представляється</i>
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) <i>В залікову книжку не представля- ється</i>