

 **Кафедра інформаційних**

 **технологій в телекомунікаціяч**

Основи теорії кіл

**Робоча програма навчальної дисципліни**

**«Основи теорії кіл. Частина 1. Лінійні електричні кола» (Силабус)**

 **Реквізити навчальної дисципліни**

**Рівень вищої освіти Перший (бакалаврський)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Галузь знань** | 17 Електроніка та телекомунікації |
| **Спеціальність**  | 172 Електронні комунікації та радіотехніка |
| **Освітня програма** | «Інженерія та програмування інфокомунікацій», «Інформаційно- комунікаційні технології», «Системи електронних комунікацій та Інтернету речей» |
| **Статус дисципліни** | Нормативна |
| **Форма навчання** | Очна (денна)/дистанційна |
| **Рік підготовки, семестр** | 1 курс, весняний семестр |
| **Обсяг дисципліни** | 4 кредити / 120 годин (лекції - 36 годин, практичні заняття - 22 годин, лабораторні роботи - 8 годин, самостійна робота студентів - 54 годин) |
| **Семестровий контроль/ контрольні заходи** | Залік Домашня контрольна робота  |
| **Розклад занять** | <http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ScheduleGroupSelection.aspx> |
| **Мова викладання** | Українська |
| **Інформація про керівника курсу / викладачів** | Лектор: кандидат технічних наук, доцент Цуканов Олег Федорович cukanov-o@ukr.net,Практичні: кандидат технічних наук, доцент Ільницький Анатолій Іванович anatolii.ilnytskyi@gmail.com, кандидат технічних наук, доцент Цуканов Олег Федорович cukanov-o@ukr.net,Лабораторні: кандидат технічних наук, доцент Ільницький Анатолій Іванович anatolii.ilnytskyi@gmail.com, кандидат технічних наук, доцент Цуканов Олег Федорович cukanov-o@ukr.net/ |
| **Розміщення курсу** | Визначається лектором навчальної дисципліни та доводиться до відома студентів на першому занятті [http://www.its.kpi.ua](http://www.its.kpi.ua/)<https://osvita.kpi.ua/> розділ «Освітні програми» |
| https://campus.kpi.ua |

 **Програма навчальної дисципліни**

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

|  |  |
| --- | --- |
| **Цілі дисципліни** | Метою навчальної дисципліни є:* підготовка фахівця, який має базові компетенції, що засновані на системи знань в області теорії електричних кіл, основ побудови і функціонування РЕП, вживання теорії при дослідженні і розробці радіоелектронних приладів.
* формування та розвиток загальних і професійних компетентностей з впровадження та застосування технологій телекомунікацій і радіотехніки, що сприяють соціальній стійкості та мобільності випускника на ринку праці.
* формування у здобувачів освіти логічного мислення, розвиток їх інтелекту та здібностей;
* формування здатностей до необхідної інтуїції та ерудиції у питаннях застосування основних законів радіотехніки, виховання у студентів прикладної інженерної культури;
* формування здатностей самостійно використовувати і вивчати літературу з радіотехніки та радіоелектроніки, розвивати гнучкість мислення, творчу самостійності та дію.
 |
| **Предмет навчальної дисципліни** | Предметом вивчення навчальної дисципліни «Основи теорії кіл. Частина 1» (ОТК-1) є:1. Загальні фізичні та математичні властивості і закономірності, що відбуваються в електричних ланцюгах радіотехнічних пристроїв. Основні моделі і поняття теорії лінійних електричних кіл, їх математичного аналізу та методів розрахунку і моделювання в середовищі Micro-Cap.
2. Вивчення основ теорії лінійних кіл та її вживання при аналізі, синтезі, проектуванні лінійних радіоелектронних пристроїв (РЕП).
3. Вивчення принципів побудови, основ функціонування і розробки радіоелектронних пристроїв.
4. Придбання практичних навичок, умінь дослідження і розробки функціональних, принципових схем лінійних РЕП на основі сучасної елементної бази і програмного забезпечення аналізу та проектування електронних схем і пристроїв, практичне засвоєння методів розрахунків електричних кіл та елементів РЕП, побудова для них адекватних математичних моделей.
5. Ознайомлення з перспективними напрямами вдосконалення і розвитку РЕП, засобів телекомунікації, програмного

забезпечення аналізу і проектування електронних схем і пристроїв. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Компетентності** | Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК1); Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК7); Здатність проводити розрахунки у процесі проектування пристроїв і засобів інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем відповідно до технічного завдання з використанням як стандартних, так і самостійно створених методів, прийомів і програмних засобів автоматизації проектування (ФК15);Здатність використовувати методи математичного аналізу в інженерних розрахунках елементів електричних кіл;Здатність доводити розв’язок задачі до практично прийнятого результату – отриманих параметрів і числових величин елементів принципіальних схем електричних ланцюгів, їх графічних залежностей, точного і якісного висновку із застосуванням для цього програмних засобів моделювання;Здатність до критичного аналізу одержаних результатів, їх узагальнення, постановки цілі та вибору шляхів подальших досліджень, володіння культурою мислення. |
| **Програмні результати навчання** | Мати навички оцінювання, інтерпретації та синтезу інформації і даних (ПРН5);Знати на фізичному і математичному рівні характеристики і властивості лінійних електричних кіл, їх класифікацію, методи розрахунку і аналізу їх енергетичних та внутрішніх параметрів, що засновані на основних законах радіотехніки (законах Ома і Кірхгофа) в часової та частотної області для електричних кіл постійного і змінного струмів.Знати на фізичному рівні основні положення дисциплін природничого-наукового блоку підготовки за спеціальністю, достатніх для розв’язання фахових завдань діяльності.Знати основи застосування фізико-математичного апарату для аналізу процесів в електричних ланцюгах постійного та змінного струмів телекомунікаційних та радіотехнічних пристроїв і систем.Знати основи елементів лінійної алгебри (матриці, визначники, системи лінійних алгебраїчних рівнянь) і уміти їх застосовувати для розрахунку і аналізу внутрішніх параметрів електричних кіл та їх енергетичних характеристик.Знати основи векторної алгебри (скалярний, векторний, мішаний добуток) і уміти їх застосовувати для розрахунку і аналізу внутрішніх параметрів електричних кіл та їх енергетичних характеристик.Для розрахунку і аналізу внутрішніх параметрів електричних кіл та їх енергетичних характеристик уміти виконувати операції над матрицями, обчислювати визначники, розв‘язувати системи лінійних алгебраїчних рівнянь різними математичними методами. |

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

**Пререквізити:** Навчальна дисципліна «Основи теорії кіл. Частина 1» є фундаментом фізичної, математичної та інженерної освіти спеціаліста. Вона є необхідним компонентом для успішного засвоєння спеціальних інженерних дисциплін. Навчальна дисципліна «Основи теорії кіл. Частина 1» (ЗО17.1) є складовою частиною дисципліни « Основи теорії кіл», вивчається в другому семестрі і базується на знаннях, отриманих при вивченні шкільного курсу фізики, математики (алгебри та

геометрії), а також освітніх компонент «Вища математика» і «Загальна фізика».

**Постреквізити:** Кредитний модуль «Основи теорії кіл. Частина 1» передує кредитному модулю

«Основи теорії кіл. Частина 2» (ЗО 17.2), а т а к о ж передує вивченню спеціальних дисциплін:

«Основи теорії телекомунікацій і радіотехніки» (ЗО 19), «Електродинаміка та поширення радіохвиль» (ЗО 18), «Цифрове оброблення сигналів» (ЗО 20), «Схемотехніка» (ЗО 21).

# **Зміст навчальної дисципліни**

|  |  |
| --- | --- |
| Назва розділів і тем | Кількість годин |
| Всього | у тому числі |
| Лекції | Практ. занят | Лабор. раб. | СРС |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| **ТЕМА 1. ЛІНІЙНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ** |
| **Вступна лекція.** Загальна характеристика навчальної дисципліни «Основи теорії кіл. Частина 1» | 2 | 2 | 2 |  |  |
| **Лекція 1.** Основні поняття та визначення. Термінологічний апарат |  | 2 |  |  |  |
| **Лекція 2.** Основні режими і закони теорії кіл постійного струму |  | 2 | 2 |  |  |
| **Лекція 3.** Основні методи розрахунку електричних кіл |  | 2 | 2 | 2 |  |
| **Лекція 4.** Основні методи розрахунку електричних кіл |  | 2 | 4 |  |  |
| **Лекція 5.** Еквівалентні перетворення електричних схем |  | 2 | 2 | 2 |  |
| **ТЕМА 2. ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА ЗМІННОГО СТРУМУ** |
| **Лекція 6.** Символічний (комплексний ) методаналізу сталих процесів в лінійних електричних колах |  | 2 | 2 |  |  |
| **Лекція 7.** Аналіз простих схем змінного струму |  | 2 |  |  |  |
| **Лекція 8.** Енергетичні процеси в колах змінного струму |  | 2 |  |  |  |
| **Лекція 9.** Послідовний коливальний контур |  | 2 | 2 | 2 |  |
| **Лекція 10.** Паралельний коливальний контур |  | 2 | 2 | 2 |  |
| **ТЕМА 3. ЧАСТОТНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ****ТА МЕТОДИ ЇХ АНАЛІЗУ** |
| **Лекція 11.** Частотні характеристики електричних кіл |  | 2 |  |  |  |
| **Лекція 12.** Ланцюги зі взаємною самоіндукцією |  | 2 |  |  |  |
| **Лекція 13.** Трансформатори електричних кіл |  | 2 |  |  |  |
| **Лекція 14.** Чотириполюсники |  | 2 |  |  |  |
| **Лекція 15.** *Y*-параметри чотириполюсника |  | 2 |  |  |  |
| **ТЕМА 4. ЧАСОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ ТА МЕТОДИ ЇХ АНАЛІЗУ** |
| **Лекція 16.** Перехідні процеси в електричних ланцюгах та методи їх аналізу |  | 2 |  |  |  |
| **Лекція 17.** Класичний метод аналізу перехідних процесів в електричних ланцюгах другогопорядку |  | 2 |  |  |  |
| **Лекція 18.** Заключна лекція |  | 2 |  |  |  |
| **Залік з оцінкою** |  |  | 4 |  |  |
| **Всього годин** | **120** | **36** | **18+4=22** | **8** | **54** |

## Навчальні матеріали та ресурси

* **Базова література**
* 1. Шелковніков Б.М. Теорія електричних кіл та сигналів. Курс дистанційного навчання в системі ”Moodle”-. К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2012
* 2. Кобяков О. М, Бражник І. Є. Теорія електричних кіл та сигналів. Основи розрахунку електричних кіл/Конспект лекцій. – Суми: Сумський державний університет, 2016. – 168 с.
* 3. Артеменко М.Ю., Дрозденко К.С. Теорія електричних кіл.- Київ: КПІ ім. Ігоря
* Сікорського, 2020.- 99с.
* 4. Збірник задач з дисципліни «Основи теорії кіл» для студентів радіотехнічного факультету спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка Укладачі: А. В. Булашенко, М. І. Ястребов. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського,2017. – 123с.
* 5.Теоретичні основи електротехніки. Комп’ютерне моделювання електричних та електронних кіл в середовищі Micro-Cap. Лабораторний практикум: навчальний посібник / С. Ш. Кацив, Ю. Г. Ведміцький, А. М. Коваль, І. К. Говор. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 212 с. ISBN
* **Додаткова література**
	1. Маляр В. С. Теоретичні основи електротехніки.- Львів: Львівська Політехніка, 2018.- 416 с.
	2. [Ozgur Ergul](https://www.wiley.com/en-us/search?pq=%7Crelevance%7Cauthor%3AOzgur%2BErgul) Introduction to electrical circuit analysis,ISBN: 978-1-119-28493-2 June 2017

424 Pages.

* 1. Карпов Ю. О., Ведміцький Ю. Г., Кухарчук В. В.– «Теоретичні основи електротехніки – Методи розрахунку нелінійних електричних і магнітних кіл в прикладах та задачах» - Херсон, ОЛДІ-ПЛЮС, 2017
	2. Каргополова Н.П. Теорія електричних і магнітних кіл. Навч. посібник.– Житомир: ЖДТУ,2003.-474с.

 **Навчальний контент**

1. **Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента) Очна/дистанційна форма**

 **Лекційні заняття**

|  |  |
| --- | --- |
| № з/п | Назва теми лекції та перелік основних питань(перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС) |
| 1 | **Вступна лекція. Загальна характеристика навчальної дисципліни****«Основи теорії кіл – 1»**1. Силабус навчальної дисципліни «Основи теорії кіл – 1»
2. Особливості викладання і вивчення навчального матеріалу навчальної дисципліни «Основи теорії кіл – 1»
3. Звітність і оцінка результатів засвоєння навчального матеріалу

Навчально-методичне забезпечення навчальної дисципліни «Основи теорії кіл – 1» |
| 2 | **Лекція 1. Основні поняття та визначення. Термінологічний апарат**1. Основні величини, елементи електричних кіл постійного струму та їх класифікація
2. Дуальність та елементи топології електричних кіл постійного струму
3. Електрична схема й топологія електричного кола

*Дидактичні засоби:* Плакати (слайди) за темою лекції, навчально-методичні матеріали за темою лекції.*Основна література:* Л1,Л2, Л.4.*Завдання на СРС:* Повторити матеріал заняття. Особливу увагу звернути на основні поняття і термінологічний апарат теорії і практики електричних кіл |
| 3 | **Лекція 2. Основні режими і закони теорії кіл постійного струму**1. Основні режими роботи електричних кіл постійного струму
2. Закон Ома для кіл постійного струму
3. Закони Кірхгофа для кіл постійного струму
4. Закон збереження енергії кіл постійного струму

*Дидактичні засоби:* Плакати (слайди) за темою лекції, навчально-методичні матеріали за темою лекції.*Основна література:* Л1,Л2, Л.4.*Завдання на СРС:* Повторити матеріал заняття. Особливу увагу звернути на закони та методи аналізу електричних кіл |
| 4 | **Лекція 3. Основні методи розрахунку електричних кіл**1. Метод рівнянь Кірхгофа для розрахунку електричних кіл
2. Практичний приклад застосування методу рівнянь Кірхгофа для розрахунку електричного кола

*Дидактичні засоби:* Плакати (слайди) за темою лекції, навчально-методичні матеріали за темою лекції.*Основна література:* Л1,Л2, Л.4.*Завдання на СРС:* Повторити матеріал заняття. Особливу увагу звернути на закони та методи аналізу електричних кіл |
| 5 | **Лекція 4. Основні методи розрахунку електричних кіл**1. Метод контурних струмів для розрахунку електричних кіл
2. Метод вузлових потенціалів для розрахунку електричних кіл

*Дидактичні засоби:* Плакати (слайди) за темою лекції, навчально-методичні матеріали за темою лекції.*Основна література:* Л1,Л2, Л.4.*Завдання на СРС:* Повторити матеріал заняття. Особливу увагу звернути на закони та методи аналізу електричних кіл |
| 6 | **Лекція 5. Еквівалентні перетворення електричних схем**1. Поняття еквівалентності електричних схем
2. Еквівалентні перетворення послідовного і паралельного з’єднання елементів електричних схем
3. Змішане з’єднання елементів електричних схем та їх еквівалентність 4 Перетворення електричних схем з’єднаних трикутником і зіркою

*Дидактичні засоби:* Плакати (слайди) за темою лекції, навчально-методичні матеріали за темою лекції.*Основна література:* Л1,Л2, Л.4.*Завдання на СРС :*Повторити матеріал заняття. Особливу увагу звернути на еквівалентні перетворення електричних схем |
| 7 | **Лекція 6.** Символічний (комплексний ) метод аналізу сталих процесів в лінійних електричних колах1. Алгебраїчні дії з комплексними числами
2. Приклад алгебраїчних дій з двома комплексними числами
3. Оригінали та зображення гармонічних струмів і напруг
4. Практичний приклад використання символічного (комплексного) методу розрахунку лінійних електричних кіл. Рішення типової задачі

*Дидактичні засоби:* Плакати (слайди) за темою лекції, навчально-методичні матеріали за темою лекції.*Основна література:* Л1,Л2, Л.4.*Завдання на СРС :*Повторити матеріал заняття. Особливу увагу звернути на алгебраїчні дії з комплексними числами |
| 8 | **Лекція 7.** Аналіз простих схем змінного струму1. Коло змінного струму з одним пасивним елементом
2. Коло змінного струму з послідовним і паралельним з'єднанням елементів *R, L, C*

*Дидактичні засоби:* Плакати (слайди) за темою лекції, навчально-методичні матеріали за темою лекції.*Основна література:* Л1,Л2, Л.4.*Завдання на СРС :*Повторити матеріал заняття. Особливу увагу звернути на електричні кола в режимі гармонічних коливань. |
| 9 | **Лекція 8.** Енергетичні процеси в колах змінного струму1. Миттєва потужність в колах змінного струму
2. Умова передачі максимальної потужності від джерела до навантаження

*Дидактичні засоби:* Плакати (слайди) за темою лекції, навчально-методичні матеріали за темою лекції.*Основна література:* Л1,Л2, Л.4.*Завдання на СРС:* Повторити матеріал заняття. Особливу увагу звернути на символічний метод розрахунку розгалужених ланцюгівпри гармонічному впливі та умову передачі максимальної потужності від джерела до навантаження |
| 10 | **Лекція 9.** Послідовний коливальний контур1. Явище резонансу напруг і параметри послідовного коливального контуру
2. Комплексні функції і частотні характеристики послідовного коливального контуру
3. Селективність послідовного коливального контуру

*Дидактичні засоби:* Плакати (слайди) за темою лекції, навчально-методичні матеріали за темою лекції.*Основна література:* Л1,Л2, Л.4.*Завдання на СРС:* Повторити матеріал заняття. Особливу увагу звернути на частотні характеристики послідовного коливального контуру |
| 11 | **Лекція 10.** Паралельний коливальний контур1. Явище резонансу струмів і параметри паралельного коливального контуру
2. Комплексні функції і частотні характеристики паралельного коливального контуру
3. Селективність паралельного коливального контуру

*Дидактичні засоби:* Плакати (слайди) за темою лекції, навчально-методичні матеріали за темою лекції.*Основна література:* Л1,Л2, Л.4.*Завдання на СРС:* Повторити матеріал заняття. Особливу увагу звернути на частотні характеристики паралельного коливального контуру |
| 12 | **Лекція 11.** Частотні характеристики електричних кіл1. Комплексні функції та їх зв’язок з параметрами електричного кола
2. Частотні характеристики кіл та їх властивості

*Дидактичні засоби:* Плакати (слайди) за темою лекції, навчально-методичні матеріали за темою лекції.*Основна література:* Л1,Л2, Л.4.*Завдання на СРС:* Повторити матеріал заняття. Особливу увагу звернути на частотні характеристики кіл та їх властивості |

|  |  |
| --- | --- |
| 13 | **Лекція 12.** Ланцюги зі взаємною самоіндукцією1. Явище взаємної індукції в електричних ланцюгах змінного струму
2. Лінійний трансформатор
3. Вносимий опір

*Дидактичні засоби:* Плакати (слайди) за темою лекції, навчально-методичні матеріали за темою лекції.*Основна література:* Л1,Л2, Л.4.*Завдання на СРС:* Повторити матеріал заняття. Особливу увагу звернути на явище взаємної індукції в електричних ланцюгах змінного струму |
| 14 | **Лекція 13.** Трансформатори електричних кіл1. Трансформатор і принцип його роботи
2. Зв'язані коливальні контури
3. Розрахунок ланцюгів при послідовному та паралельному з'єднанні котушок індуктивності
4. Розв'язування магнітозв’язаних електричних кіл

*Дидактичні засоби:* Плакати (слайди) за темою лекції, навчально-методичні матеріали за темою лекції.*Основна література:* Л1,Л2, Л.4.*Завдання на СРС:* Повторити матеріал заняття. Особливу увагу звернути на методи розрахунку індуктивно-пов’язаних кіл |
| 15 | **Лекція 14.** Чотириполюсники1. Основні відомості та визначення загальної теорії чотириполюсників
2. Електричні фільтри як чотириполюсники

*Дидактичні засоби:* Плакати (слайди) за темою лекції, навчально-методичні матеріали за темою лекції.*Основна література:* Л1,Л2, Л.4.*Завдання на СРС:* Повторити матеріал заняття. Особливу увагу звернути на основні визначення в теорії чотириполюсників |
| 16 | **Лекція 15.** *Y*-параметри чотириполюсника1. Електричні параметри радіоелектронних пристроїв
2. *Y*-параметри чотириполюсника
3. Методика знаходження параметрів чотириполюсника

*Дидактичні засоби:* Плакати (слайди) за темою лекції, навчально-методичні матеріали за темою лекції.*Основна література:* Л1,Л2, Л.4.*Завдання на СРС:* Повторити матеріал заняття. Особливу увагу звернути на взаємозв’язок між різними системами параметрів чотириполюсника |
| 17 | **Лекція 16.** Перехідні процеси в електричних ланцюгах та методи їх аналізу1. Перехідні процеси в електричних ланцюгах та класичний підхід до їх аналізу
2. Вільні напруги і струми у простих електричних ланцюгах
3. Перехідні процеси у простих електричних ланцюгах з джерелами постійної напруги

*Дидактичні засоби:* Плакати (слайди) за темою лекції, навчально-методичні матеріали за темою лекції.*Основна література:* Л1,Л2, Л.4.*Завдання на СРС :*Повторити матеріал заняття. Особливу увагу звернути на методи моделювання перехідних процесів у простих електричних ланцюгах з джерелами постійної напруги. |
| 18 | **Лекція 17.** Класичний метод аналізу перехідних процесів в електричних ланцюгах другого порядку1. Перехідні процеси в електричних ланцюгах другого порядку та класичний підхід до їх аналізу
2. Вільні напруги і струми в *RLC* - електричних ланцюгах другого порядку
3. Перехідні процеси в *RLC* - електричних ланцюгах другого порядку з джерелами постійної напруги

*Дидактичні засоби:* Плакати (слайди) за темою лекції, навчально-методичні матеріали за темою лекції.*Основна література:* Л1,Л2, Л.4.*Завдання на СРС :*Повторити матеріал заняття. Особливу увагу звернути на методи моделювання перехідних процесів в електричних ланцюгах другого порядку та класичний підхід до їх аналізу |
| 19 | **Лекція 18.** Заключна лекція |

***Практичні заняття***

## **Вступне заняття**.

## Вступ. Основні поняття електричних кіл, термінологічний апарат

*Основні питання:*

1. Характеристика предмету і основних завдань навчальної дисципліни ОТК-1. Особливості проведення практичних занять і лабораторних робіт. Основний зміст силабусу навчальної дисципліни ОТК-1.
2. Визначення електричного ланцюга. Напруга, струми і потужність в електричних колах.
3. Елементи електричних ланцюгів та їх властивості..
4. Основні топологічні поняття електричних кіл: вузол, гілка, контур, граф ланцюга, дерево кола.

*Дидактичні засоби:* Плакати (слайди) за темою заняття, навчально-методичні матеріали за темою заняття.

*Основна література:* Л.2, Л.4, лекція 1.

*Завдання на СРС:* Повторити матеріал заняття. Особливу увагу звернути на основні поняття і термінологічний апарат теорії і практики електричних кіл та особливості проведення практичних занять і лабораторних робіт.

## **Практичне заняття 1**.

## Програма схемотехнічного моделювання Micro-Cap (Версії 9,10) для аналізу і синтезу РЕП різноманітного функціонального призначення

*Основні питання:*

1. Загальна характеристика програми схемотехнічного моделювання Micro-Cap (Версії 9,10)
2. Особливості застосування програми схемотехнічного моделювання Micro-Cap (Версії 9,10) під час проведення практичних занять і лабораторних робіт з навчальної дисципліни ОТК-1.

*Дидактичні засоби:* Плакати (слайди) за темою заняття, навчально-методичні матеріали за темою заняття.

*Основна література:* Л.5, лекція 1.

*Завдання на СРС:* Повторити матеріал заняття. Особливу увагу звернути на особливості застосування програми схемотехнічного моделювання Micro-Cap (Версії 9,10) під час проведення практичних занять і лабораторних робіт з навчальної дисципліни ОТК-1.

## **Практичне заняття 2.**

## Методи розрахунку лінійних електричних кіл постійного струму з використанням законів Ома та Кірхгофа. Потенційні диаграми електричних ланцюгів

 *Основні питання:*

1. Складення рівнянь лінійних кіл постійного струму за законами Ома и Кірхгофа.
2. Визначення струмів, напруг і потужності в елементах лінійних кіл постійного струму.
3. Баланс потужності кола.

*Дидактичні засоби:* Плакати (слайди) за темою заняття, навчально-методичні матеріали за темою

заняття.

*Основна література:* Л.2, Л.3

*Завдання на СРС:* Повторити матеріал заняття. Особливу увагу звернути на основні характеристики і параметри мереж зв'язку, класифікацію мереж зв'язку

## **Практичне заняття 3**

## Методи перетворення схем електричних кіл за законом геометричних місць. Алгоритм еквівалентного перетворення резисторів електричних ланцюгів, з’єднаних "трикутником" і "зіркою"

*Дидактичні засоби:* Плакати (слайди) за темою заняття, навчально-методичні матеріали за темою

заняття.

*Основна література:* Л.2, Л.3

*Завдання на СРС:* Повторити матеріал заняття. Особливу увагу звернути на основні характеристики і параметри мереж зв'язку, класифікацію мереж зв'язку

# **Практичне заняття 4**

# Розрахунок електричних кіл постійного струму за методом вузлових потенціалів

*Основні питання:*

1. Побудова орієнтованого графу електричної схеми та визначення системи незалежних контурних струмів та незалежних розтинів кола.
2. Складення та розв’язування рівнянь.
3. Визначення струмів елементів схеми через контурні струми та напруги на елементах схеми через вузлові напруги. Знаходження напруг та струмів на елементах схеми

*Дидактичні засоби:* Плакати (слайди) за темою заняття, навчально-методичні матеріали за темою заняття

*Основна література:* Л.2, Л.3

*Завдання на СРС:* Повторити матеріал заняття. Особливу увагу звернути на складення та розв’язування рівнянь через контурні струми та напруги на елементах схеми

## **Практичне заняття 5.**

## Розрахунок електричних кіл з використанням методу вузлових потенціалів

*Основні питання:*

1.Побудова орієнтованого графу електричної схеми та визначення системи незалежних контурних струмів та незалежних розтинів кола.

2.Складення та розв’язування рівнянь.

3. Визначення струмів елементів схеми через контурні струми та напруги на елементах схеми через вузлові напруги. Знаходження напруг та струмів на елементах схеми

*Дидактичні засоби:* Плакати (слайди) за темою заняття, навчально-методичні матеріали за темою заняття

*Основна література:* Л.2, Л.3

*Завдання на СРС:* Повторити матеріал заняття. Особливу увагу звернути на складення та розв’язування рівнянь через контурні струми та напруги на елементах схеми

## **Практичне заняття 6**.

## Символічний (комплексний) метод аналізу сталих процесів в лінійних електричних колах. Основні розрахункові співвідношення для визначення параметрів електричних кіл матричним методом

*Основні питання:*

1. Комплексна амплітуда та сума гармонічних коливань.
2. Комплексний опір та провідність, визначення їх для елементарних двополюсників, закони електричних кіл в комплексній формі.
3. Векторні діаграми струму та напруги електричної схеми.
4. Поняття комплексної потужності, баланс активних та реактивних потужностей в електричному колі.

*Дидактичні засоби:* Плакати (слайди) за темою заняття, навчально-методичні матеріали за темою заняття

*Основна література:* Л.2, Л.3

*Завдання на СРС:* Повторити матеріал заняття. Особливу увагу звернути на комплексний опір та провідність, визначення їх для елементарних двополюсників, закони електричних кіл в комплексній формі

## **Практичне заняття 7**.

## Послідовний коливальний контур. Електричний резонанс напруг

 *Основні питання:*

1. Послідовний коливальний контур. Резонансні і вибіркові характеристики та параметри.
2. Розрахунок електричних параметрів послідовного коливального контуру
3. Вплив зовнішніх підключень (генератора вхідних сигналів, навантаження) на характеристики послідовного коливального контуру.

*Дидактичні засоби:* Плакати (слайди) за темою заняття, навчально-методичні матеріали за темою заняття

*Основна література:* Л.2, Л4

*Завдання на СРС:* Повторити матеріал заняття. Особливу увагу звернути на особливості послідовного коливального контуру.

## **Практичне заняття 8**.

##  Паралельний коливальний контур. Електричний резонанс струмів

 *Основні питання:*

1. Паралельний коливальний контур. Резонансні і вибіркові характеристики та параметри.

2. Розрахунок електричних параметрів паралельного коливального контуру.

3. Вплив зовнішніх підключень (генератора вхідних сигналів, навантаження) на характеристики паралельного коливального контуру.

4. Розрахунок зв’язаних коливальних контурів.

*Дидактичні засоби:* Плакати (слайди) за темою заняття, навчально-методичні матеріали за темою заняття

*Основна література:* Л.2, Л4

*Завдання на СРС:* Повторити матеріал заняття. Особливу увагу звернути на особливості послідовного та паралельного коливальних контурів

### Лабораторні роботи

**Лабораторна робота 1**. Дослідження лінійних електричних ланцюгів постійного струму. Закони Ома та Кірхгофа. Потенціальна діаграма електричного кола

*Дидактичні засоби:* Плакати (слайди), навчально-методичні матеріали за темою лабораторної роботи.

*Основна література:* [Л.2.c. 5 – 11, Л.5]

*Завдання на СРС:* Повторити матеріал заняття. Оформити і своєчасно здати звіт з виконання лабораторної роботи.

**Лабораторна робота 2**. Дослідження еквівалентних перетворень електричних кіл та електричних режимів кіл, з’єднаних "трикутником" і "зіркою", при перетворенні за законом геометричних місць.

*Дидактичні засоби:* Плакати (слайди), навчально-методичні матеріали за темою лабораторної роботи.

*Основна література:* [Л.2. c 11 – 14, Л.5]

*Завдання на СРС:* Повторити матеріал заняття. Оформити і своєчасно здати звіт з виконання лабораторної роботи.

**Лабораторна робота 3.** Дослідження частотно-вибіркових властивостей послідовного коливального контуру

*Дидактичні засоби:* Плакати (слайди), навчально-методичні матеріали за темою лабораторної роботи.

*Основна література:* [Л.2 - c. 19...26, Л.5]

*Завдання на СРС:* Повторити матеріал заняття. Оформити і своєчасно здати звіт з виконання лабораторної роботи.

**Лабораторна робота 4.** Дослідження частотно-вибіркових властивостей паралельного коливального контуру

*Дидактичні засоби:* Плакати (слайди), навчально-методичні матеріали за темою лабораторної роботи.

*Основна література:*[Л.2.-.c. 23...26, Л.5]

*Завдання на СРС:* Повторити матеріал заняття. Оформити і своєчасно здати звіт з виконання лабораторної роботи.

## **Самостійна робота студента**

Вивчення дисципліни включає наступні види самостійної роботи:

* підготовка до лекційних та практичних занять і лабораторних робот, виконання домашніх завдань;
* виконання модульної контрольної роботи №1;
* підготовка до заліку.

**Політика та контроль**

1. **Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

**Рекомендовані методи навчання:** вивчення основної та допоміжної літератури за тематикою лекцій, розв’язування задач на практичних заняттях, виконання лабораторних робот і оформлення звітів про їх виконання.

Студенту рекомендується вести докладний конспект лекцій. Важливим аспектом якісного засвоєння матеріалу, відпрацювання методів та алгоритмів вирішення основних завдань дисципліни є самостійна робота. Вона містить читання літератури, огляд літератури за темою, підготовку до занять, виконання домашньої контрольної роботи №1, підготовку до заліку.

## Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: https://kpi.ua/code

## Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

## **Види контролю та рейтингова система** **оцінювання результатів навчання (РСО) (очна\дистанційна форма)**

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Навчальний час | Розподіл навчальних годин |
| Семестр | Кредити | Акад. год | Лекції | Практичні | Лабораторні | СРС | Залік |
| 2 | 4 | 120 | 36 | 18 | 8 | 54 | 4 |

На першому занятті здобувачі ознайомлюються із рейтинговою системою оцінювання (РСО) дисципліни, яка побудована на основі Положення про систему оцінювання результатів навчання https://document.kpi.ua/files/2020\_1-273.pdf.

Поточний контроль: фронтальний (усний, письмовий), звіти з виконання практичних і лабораторних робот*,* виконаної ДКР*.*

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу, результати якого відображаються в системі Електронний кампус https://campus.kpi.ua.

Рейтингова система оцінювання включає всі види тестування: контрольні роботи, якість виконання ДКР. Кожний студент отримує свій підсумковий рейтинг з дисципліни.

Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали складається з балів, які він отримує за:

* роботу на практичних заняттях;
* виконання лабораторних робот та звітів;
* виконання розрахункової модульної контрольної роботи (МДКР-1).

### Особливості проведення практичних занять і лабораторних робіт в змішаному і дистанційному режимах навчання

В змішаному і дистанційному режимах з метою підвищення ефективності навчання та об’єктивності оцінювання засвоєння матеріалу практичні заняття і лабораторні роботи з ОТК-1 доцільно проводити у комплексній формі на базі засвоєного лекційного матеріалу згідно силабусу навчальної дисципліни. В результаті протягом першої половини поточного семестру (1 - 8 тижні поточного семестру) виконуються і оцінюються практичні заняття ПЗ-1 - ПЗ-5 та дві лабораторні роботи ЛР-1 та ЛР-2 з використанням програмного забезпечення схемотехнічного моделювання електричних кіл Місro-Cap. Як підсумок виконання наведених завдань, проводиться перше атестування А1 студентів та оцінюється результат їх роботи.

Протягом другої половини поточного семестру (9 - 14 тижні поточного семестру) також виконуються і оцінюються практичні заняття ПЗ-6 – П-8, дві лабораторні роботи ЛР-3 та ЛР-4 з використанням програмного забезпечення схемотехнічного моделювання електричних кіл Місro-Cap. Також виконується і оцінюється модульна домашня контрольна робота (МДКР №1). Як підсумок виконання наведених завдань визначається друга атестація А2 студентів та оцінка їх роботи.

За результатами атестування А1 і А2 визначається (оцінюється) семестровий рейтинг студента і очікуваний **результат здачи заліку.**

### Самостійна робота здобувачів вищої освіти

До самостійної роботи студентів включається підготовка до аудиторних занять шляхом опанування матеріалів лекцій, вивчення базової, додаткової літератури та рекомендованого програмного забезпечення, виконання практичних завдань і розрахунків, оформлення звітів з виконаних практичних і лабораторних робіт.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № з/п | Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання | Кількість годин СРС |
| 1 | Основні поняття і закони теорії електричних ланцюгів | 24 |
| 2 | Перехідні процеси в ЛРЕП | 8 |
| 3 | Гармонічний аналіз періодичних і неперіодичних коливань та сигналів. | 12 |
| 4 | Основи теорії чотириполюсників | 2 |
| 5 | Програма схемотехнічного моделювання Micro-Cap (Версії 9,10) для аналізу і синтезу РЕП різноманітного функціонального призначення | 8 |
|  | Всього | 54 |

## **Політика та контроль**

* 1. **Форми роботи**

Лекції проводяться з використанням наочних засобів представлення матеріалу та з використанням

методичних матеріалів, доступ до яких наявний у здобувачів вищої освіти. Студенти отримують всі матеріали через e-mail, кампус чи telegram-групу.

Здобувачі вищої освіти залучаються до обговорення лекційного матеріалу та задають питання, щодо його сутності.

На практичних зайняттях і лабораторних роботах застосовуються форми індивідуальної та колективної роботи (командна робота, парна робота) для реалізації завдань викладача на набуття навичок самостійної практичної роботи.

Під час вивчення курсу застосовуються стратегії активного і колективного навчання, які визначаються наступними методами і технологіями:

* + 1. методи проблемного навчання (проблемний виклад, частково-пошуковий (евристична бесіда) і дослідницький метод);
		2. особистісно-орієнтовані (розвиваючі) технології, засновані на активних формах і методах навчання («мозковий штурм», «аналіз ситуацій» тощо);
		3. інформаційно-комунікаційні технології, що забезпечують проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи здобувачів вищої освіти (електронні презентації, застосування на основі комп'ютерних і мультимедійних засобів практичних завдань (тести), доповнення традиційних навчальних занять засобами взаємодії на основі мережевих комунікаційних можливостей (програмні засоби, мобільні додатки тощо).
	1. **Правила відвідування занять**

Заняття можуть проводитись в навчальних аудиторіях згідно розкладу. Також заняття можуть проводитись онлайн в синхронному (асинхронному) режими з використанням засобів відеозв'язку за умови однозначної ідентифікації здобувача вищої освіти. Проведення занять онлайн повинне бути передбачене відповідним наказом по КПІ ім. Ігоря Сікорського.

За наявності поважних причин здобувач вищої освіти повинен завчасно (за 1 день) повідомити викладача про причини можливого пропуску контрольного заходу.

Якщо завчасно повідомити не вдалось, здобувач вищої освіти протягом одного тижня має зв'язатись із викладачем для погодження форми і порядку усунення заборгованості.

Якщо аудиторне заняття випадає на неробочий день (святковий, пам'ятний тощо), то матеріал такого заняття частково переходить в категорію «Самостійна робота здобувачів вищої освіти», а частково додається до наступного заняття.

* 1. Правила призначення заохочувальних та штрафних балів
		1. .Заохочувальні бали за:

+5 балів – за активну роботу щонайменше на 5-ти лекціях (запитання, прохання уточнити аспекти лекційного матеріалу, конструктивне заперечення викладеної інформації та участь в дискусіях);

+5 балів – за активну роботу щонайменше на 5-ти практичних заняттях (запитання, прохання уточнити аспекти лекційного матеріалу, конструктивне заперечення викладеної інформації та участь в дискусіях);

+4 балів – за активну роботу щонайменше на 4-ох лабораторних роботах (запитання, прохання уточнити аспекти лекційного матеріалу, конструктивне заперечення викладеної інформації та участь в дискусіях).

Сума всіх заохочувальних балів не може перевищувати 14 балів.

9.3.2. Штрафні бали

виставляються за несвоєчасне надання звітів з виконання домашніх контрольних завдань і лабораторних робіт.

* 1. **Політика університету**
		1. Політика щодо академічної доброчесності

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

* + 1. Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

* 1. **Оцінювання та контрольні заходи**

Головна частина рейтингу студента формується через активну участь у практичних заняттях і лабораторних роботах та отримання результатів за виконання двох модульних контрольних завдань.

* 1. **Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)**

Матеріал навчальної дисципліни вивчається на різних видах занять, які рекомендовані педагогікою вищої школи, з регулярним контролем знань та умінь студентів на практичних (семінарських) і лабораторних заняттях. Підсумковий контроль засвоєння навчального матеріалу студентами здійснюється за результатом виконання двох модульних контрольних робіт (МДКР-1 та МДКР-2), їх роботи на практичних заняттях, виконання лабораторних та розрахунково-графічних робіт, а також за результатами семестрової атестації А1 (8 тиждень поточного семестру) та А2 (14 тиждень поточного семестру), що визначають інтегральну оцінку роботи студента та його рейтинг.

* 1. **Види контролю**

|  |  |
| --- | --- |
| **Вид контролю** | **Спосіб контролю** |
| Поточний контроль | 1. Перевірка підготовки до практичних занять у вигляді експрес- опитування, тестування
2. Перевірка виконання практичних завдань відповідно до розкладу занять, модульні контрольні роботи
3. Перевірка звітів з виконання лабораторних робіт відповідно до розкладу занять
4. Перевірка і своєчасне виконання домашніх контрольних робіт МДКР

№1 відповідно до вимог силабусу |
| Календарний контроль | Проводиться двічі на семестр (8-й та 14 тиждень поточного семестру – атестування А1 та А2) як моніторинг поточного стану виконання вимогсилабусу |
| Семестровий контроль | Залік |

* 1. **Рейтингова система оцінювання результатів навчання**

Головна частина рейтингу студента формується через активну участь у практичних заняттях і лабораторних роботах та отримання результатів модульних контрольних робіт. З метою підвищення ефективності навчання та об’єктивності оцінювання засвоєння матеріалу практичні заняття і лабораторні роботи доцільно проводити у комплексі, спираючись на засвоєний лекційний матеріал

Результати виконання практичних занять і лабораторних робіт кожен студент оформляє індивідуально у вигляді звіту, який оцінюється викладачем від 60 до 100 балів. Протягом першої половини семестру за результатами виконання практичних занять (ПЗ-1 – ПЗ-5) і лабораторних робіт (ЛР-1 – ЛР-2) рейтинг студента може складати величину Р1= (420 – 700)/7 балів. Протягом другої половини семестру за результатами виконання практичних занять (ПЗ-6– ПЗ-8) і лабораторних робіт (ЛР-3 – ЛР-4), а також МДКР №1 рейтинг студента може складати величину Р2 = (360 – 600)/6 балів.

Загальний семестровий рейтинг студента визначається як середнє арифметичне Р = (Р1 + Р2)/2, що є підставою для допуску і прийому заліку та визначення оцінки згідно таблиці відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою, і не може перевищувати величину у 100 балів.

***Поточний і календарний контроль***

Поточний і календарний контроль складається з двох частин: частина 1 - протягом 1 - 8 тижнів поточного семестру з відповідним атестуванням А1; частина 2 - протягом 9 - 14 тижнів поточного семестру з відповідним атестуванням А2 кожного студента.

В результаті протягом першої половини поточного семестру (1 - 8 тижні поточного семестру) виконуються і оцінюються практичні заняття ПЗ-1 - ПЗ-5 та дві лабораторні роботи ЛР-1 та ЛР-2 з використанням програмного забезпечення схемотехнічного моделювання електричних кіл Місro-Cap. Як підсумок виконання наведених завдань, проводиться перше атестування А1 студентів та оцінюється результат їх роботи і рейтинг студента Р1 в балах.

Протягом другої половини поточного семестру (9 - 14 тижні поточного семестру) також виконуються і оцінюються практичні заняття ПЗ-6 – П-8, дві лабораторні роботи ЛР-3 та ЛР-4 з використанням програмного забезпечення схемотехнічного моделювання електричних кіл Місro-Cap. Також виконується і оцінюється модульна домашня контрольна робота (МДКР №1). Як підсумок виконання наведених завдань визначається друга атестація А2 студентів та оцінка їх роботи і рейтинг студента Р2 в балах.

Загальний семестровий рейтинг студента визначається як середнє арифметичне

Р = (Р1 + Р2)/2, що є підставою для прийому іспиту та визначення оцінки згідно таблиці відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою, і не може перевищувати величину у100 балів.

Викладач зменшує оцінки в таких випадках:

несвоєчасна (з затримкою) здача роботи на перевірку;

неповне, але вірне рішення задачі (отримано правильну, але не повну відповідь), можливі незначні неточності, неакуратність оформлення розрахунків або присутність не оптимального рішення;

наявність арифметичних помилок в розрахунках;

неправильне рішення (отримано не правильну відповідь або відповіді зовсім немає), але хід рішення вірний, можливо не оптимальний;

відсутність висновків з виконаної роботи.

При відсутності звіту взагалі або невірне рішення задачі (отримано не правильну відповідь або відповіді зовсім немає), хід рішення не правильний, або виконання не свого варіанту - звіти не зараховуються та виставляється оцінка F = 0 балів і результат атестування – НА.

### Календарний контроль

Здійснюється двічі на семестр як моніторинг (атестування) поточного стану виконання вимог силабусу

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Контроль | Атестація А1 | Атестація А2 |
| Термін | 8-й тиждень | 14-й тиждень |
| Умови отримання позитивного результату атестування | Якщо поточний рейтинговий бал складає не менше 50% від максимально можливого балу на момент календарного контролю | Якщо поточний рейтинговий бал складає не менше 50% від максимально можливого балуна момент календарного контролю |

***Залікова контрольна робота***

Якщо здобувача вищої освіти не задовольняє набрана кількість балів, то результати рейтингової оцінки скасовуються і здобувач вищої освіти пише залікову контрольну роботу з усієї тематики дисципліни ОТК-1.

Залікова контрольна робота являє собою тест, який може бути оцінений від 0 до 100 балів. При цьому тестові запитання можуть бути як у вигляді традиційного питання (дається розгорнута відповідь), так і у вигляді стислого твердження, з яким здобувач може погоджуватись (дається відповідь «так») або не погоджуватись (дається відповідь «ні»).

*Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою*

|  |  |
| --- | --- |
| **Кількість балів** | **Оцінка** |
| 95...100 | Відмінно - A |
| 85...94 | Дуже добре - B |
| 75...84 | Добре - C |
| 65...74 | Задовільно - D |
| 60...64 | Достатньо - E |
| Менш 60 | Незадовільно - F |
|  |  |

## **Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента**)

* 1. **Індивідуальні заняття**

Індивідуальні заняття з дисципліни ОТК-1 складаються із самостійної роботи над поглибленням теоретичного курсу за матеріалами лекцій та виконання розрахункових робіт за індивідуальними вихідними даними.

Питання та завдання для індивідуальної роботи та посилання на навчальну літературу перераховані в розділі “Завдання для самостійної роботи” до кожної лекції ( Додаток А ). Варіанти розрахункових завдань студентам та необхідні вказівки що до їх виконання наведені в додатку А до робочої програми

Модульна домашня контрольна робота «Розрахунок однофазного ланцюга синусоїдального струму» - за темою №2 -„Електричні кола змінного струму” виконується протягом другої половини семестру (9 – 14 тижні) і враховується при атестуванні А2.

## **Контрольні роботи**

Відповідно з навчальним планом в дисципліні ОТК-1 передбачено виконання модульної домашньої контрольної роботи (МДКР), метою якої є оперативна перевірка ступеня засвоєння студентами навчального матеріалу, викладеного на лекціях, а також, перевірка практичних навиків, яких вони набувають на практичних, лабораторних заняттях та при виконанні індивідуальних завдань. МДКР має дві частини, що проводяться протягом засвоєння студентами навчального матеріалу.

МДКР «Розрахунок однофазного ланцюга синусоїдального струму» - за темою №2 -„Електричні кола змінного струму” виконується протягом другої половини семестру (9 – 14 тижні) і враховується при атестуванні А2.

Результати виконання МДКР враховуються при рейтинговій оцінці успішності студентів протягом семестру, а також при семестровому контролі (залікової оцінки).

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус)**

**Складено**: к.т.н., доцент, с.н.с. А. І. Ільницький,

к.т.н., доцент О.Ф. Цуканов

**Ухвалено** кафедрою ІТТС(протокол № 13 від 24 травня 2024 р.)

**Погоджено** Методичною комісією НН ІТС (протокол № 4 від 13 червня 2024 року)