

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**імені ІВАНА ПУЛЮЯ**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Голова приймальної комісії

Микола МИТНИК

«*Митник*» 2023 р.



**ПРОГРАМА**

для вступу на навчання  
для здобуття ступеня «Магістр»  
за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та  
електромеханіка»

Схвалено вченою радою ФПТ  
протокол № 9 від «05» квітня 2023 р.

Декан *Карташов* Віталій КАРТАШОВ



Тернопіль 2023

## АНОТАЦІЯ

Метою вступного випробування є комплексна перевірка знань вступників, які вони отримали в результаті вивчення циклу дисциплін, передбачених освітньо-професійною програмою та навчальними планами та відповідності освітньому ступеню бакалавр. Вступник повинен продемонструвати фундаментальні та професійно-орієнтовані уміння та знання щодо узагальненого об'єкта праці і здатність вирішувати типові професійні завдання, передбачені для відповідного рівня.

Вступні випробування охоплюють нормативні дисципліни з циклу математичної та природничо-наукової підготовки, а також дисципліни професійної підготовки студентів відповідно до освітньо-професійної програми за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Під час підготовки до випробування необхідно звернути увагу на те, що вступник повинен:

*знати:* основи електротехніки, будову різних типів електродвигунів, захисних і вимірювальних приладів, комутаційної апаратури, основні електричні норми настроювання обслуговуваного устаткування, методи перевірки та вимірювання, принцип дії електроустаткування, основні теоретичні положення про систему електропостачання, підстанцій, режими роботи низьковольтних та високовольтних електричних апаратів і електричних улаштувань.

*вміти:* обслуговувати силові і освітлювальні електроустановки зі різними схемами включення, виявляти і усувати відмови і несправності електроустаткування зі схемами включення середньої складності, виконувати роботи за наданими кресленнями та схемами, виконувати проектування систем електропостачання та розрахунки для правильного вибору комутаційної апаратури.

Вступне фахове випробування включає зміст нормативних навчальних дисциплін:

А. За циклом дисциплін фундаментальної та природничо-наукової підготовки:

1. Теоретичні основи електротехніки (кола постійного та синусоїдного струму, несинусоїдні періодичні струми, перехідні процеси в електричних колах).

Б. За циклом дисциплін професійної та практичної підготовки:

1. Електротехнічні матеріали (нормативні параметри, провідники, діелектрики, напівпровідники, магнітні матеріали).

2. Електричні системи і мережі.

3. Електричні машини.

4. Електропостачання.

Організація вступного випробування здійснюється відповідно до Правил прийому Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя у 2023 році та Положення про приймальну комісію ТНТУ.

## ЗМІСТ ПРОГРАМИ

### ЦИКЛ ДИСЦИПЛІН ФУНДАМЕНТАЛЬНОЇ ТА ПРИРОДНИЧО-НАУКОВОЇ ПІДГОТОВКИ

#### 1. Теоретичні основи електротехніки

Електричне коло. Вузли, вітки, контури кола. Джерела живлення. Представлення реальних джерел схемами заміщення. Закони Кірхгофа. Закон Ома. Складання рівнянь для розрахунку струмів в колах за допомогою законів Кірхгофа. Потенціальна діаграма і її застосування. Енергетичний баланс в електричних колах. Метод пропорційних величин. Метод контурних струмів. Принцип накладання і метод накладання. Заміна кількох послідовно та паралельно ввімкнених віток, що не містять джерела е.р.с. та джерела струму, однією еквівалентною. Метод двох вузлів. Метод вузлових потенціалів. Перетворення зірки в трикутник і трикутника в зірку. Активний і пасивний двополюсник. Метод еквівалентного генератора. Передача енергії від джерела до навантаження в колах постійного струму. Синусоїдний струм і основні величини, що його характеризують. Середнє і діюче значення синусоїдно змінної величини. Коефіцієнт амплітуди і коефіцієнт форми. Зображення синусоїдно змінних величин векторами на комплексній площині. Комплексна амплітуда. Комплекс діючого значення. Додавання і віднімання синусоїдних функцій часу на комплексній площині. Векторна діаграма. Миттєва потужність в колах синусоїдного струму. Резистор в колі синусоїдного струму. Індуктивна котушка в колі синусоїдного струму. Конденсатор в колі синусоїдного струму. Символічний метод розрахунку кіл синусоїдного струму. Комплексний опір. Закон Ома для кола синусоїдного струму. Комплексна провідність. Трикутник опорів і трикутник провідностей. Зображення різниці потенціалів на комплексній площині. Топографічна діаграма. Активна, реактивна і повна потужності в колі синусоїдного струму. Вираження потужності в комплексній формі запису. Вимірювання потужності ватметром. Резонанс струмів. Резонанс напруг. Компенсація зсуву фаз. Теорема про баланс активних та реактивних потужностей. Закони Кірхгофа в символічній формі запису. Застосування векторних діаграм для розрахунку електричних кіл синусоїдного струму. Передача енергії від джерела до навантаження в колах синусоїдного змінного струму. Трансформатор і його застосування. Ідеальний та реальний трансформатори. Розрахунок електричних кіл при наявності в них магнітно-зв'язаних котушок. Послідовне з'єднання двох магнітно-зв'язаних котушок. Визначення взаємної індуктивності дослідним шляхом. Трифазна система е.р.с. Принцип роботи трифазного машинного генератора. Трифазне коло. Основні схеми з'єднання трифазних кіл. Методи розрахунку трифазних кіл. Напруга зміщення нейтралі і її розрахунок. Роль нейтрального проводу в трифазній мережі. Пряма і зворотна послідовності чергування фаз в трифазній мережі способи її визначення. Застосування першого закону Кірхгофа для розрахунку трифазних кіл.

Співвідношення між лінійними і фазними напругами і струмами в трифазній системі. Активна, реактивна і повна потужності в трифазній системі. Вимірювання активної потужності в трифазній системі. Переваги трифазних систем. Отримання обертового магнітного поля. Принцип роботи асинхронного двигуна.

Чотириполюсник і його властивості. Рівняння в  $A$ -формі. Методи визначення коефіцієнтів чотириполюсника. Схеми заміщення чотириполюсників. Зв'язок параметрів схеми заміщення з коефіцієнтами чотириполюсника. Представлення несинусоїдного струму чи напруги у вигляді ряду Фур'є. Вплив симетрії форми кривих несинусоїдного струму (напруги) на значення коефіцієнтів розкладу в ряд Фур'є. Алгоритм розрахунку лінійних електричних кіл при дії джерел несинусоїдних струмів чи напруг. Параметри і коефіцієнти, що характеризують несинусоїдні струми і напруги. Потужність в лінійних колах з несинусоїдними струмами і напругами. Перехідні процеси в електричному колі. Причини виникнення перехідних процесів. Методи розрахунку. Методи одержання характеристичного рівняння перехідного процесу. Закони комутації і їх обґрунтування. Класичний метод розрахунку перехідних процесів. Знаходження сталих інтегрування в класичному методі розрахунку перехідних процесів. Особливості перехідних процесів при розмиканні вітки з індуктивністю та замиканні вітки з ємністю. Операторний метод розрахунку перехідних процесів. Закони Ома та Кірхгофа в операторній формі. Внутрішні  $e.p.c.$  в колах з перехідним процесом. Операторна схема заміщення кола. Формула розкладу і її застосування при розрахунку перехідних процесів. Нелінійні елементи, їх класифікація, і застосування. Статичні і диференціальні опори.

#### Рекомендована література

1. Перхач В.С. Теоретична електротехніка: Лінійні кола: Підручник. – К. : Вища шк., 1992. – 439 с. : іл.
2. Байдак Ю.В. Основи теорії кіл. Навч. Посіб. К.: Вища шк.: Слово, 2009.- 271с.
3. Малинівський С.М. Загальна електротехніка. Підручник/ Малинівський С.М – Львів: Бескид Біт, 2003. -640с.
4. Будіщев М.С. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка. Підручник/ Будіщев М.С.–Львів: Афіша, 2001. -424с.
5. Мурзін В.К. Загальна електротехніка. Підручник/ Мурзін В.К.–Полтава: Кременчук, 2003. -314с.
6. Паначевський Б.І. Загальна електротехніка. Підручник/ Паначевський Б.І.– Київ: Каравела, 2004. -440с.

## ЦИКЛ ДИСЦИПЛІН ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ

### 1. Електротехнічні матеріали

Будова твердих тіл. Модель металевого, Ван-дер-Ваалівського, ковалентного та іонного зв'язку. Кристалічна структура твердих тіл. Індекси Міллера. Зонна

модель будови твердих тіл. Проста модель енергетичних зон. Модель Кроніга-Пені. Діелектрики. Електричні властивості діелектриків. Поляризація діелектриків. Види поляризації. Діелектрична проникність. Електропровідність діелектриків. Фізична суть електропровідності діелектриків. Поверхнева і об'ємна електропровідність. Вплив різних факторів на електропровідність. Діелектричні втрати. Фізична суть діелектричних втрат. Електротехнічна модель діелектрика з втратами. Типи діелектричних втрат. Пробій діелектрика. Види пробою і їх фізична суть. Вплив різних фізичних факторів на електричну міцність діелектриків. Фізико-механічні властивості діелектриків. Класифікація діелектриків. Неорганічні тверді діелектрики. Слюда. Кварц. Кераміка. Скло і ситали. Сегнето- і п'єзоелектрики. Загальні відомості про полімери. Смоли. Пластмаси. Лаки і компаунди. Рідкі кристали. Провідникові матеріали. Фізична природа електропровідності. Основні електричні властивості провідників. Вплив температури, домішок, дефектів структури на питомий опір провідників. Електричні властивості металевих плівок. Класифікація провідникових матеріалів. Матеріали з високою провідністю: мідь, алюміній, золото, срібло. Біметали. Сплави високого опору. Матеріали для зразкових опорів і вимірних приладів. Сплави для термопар. Тугоплавкі матеріали. Надпровідники. Магнітні матеріали. Фізична природа магнетизму. Загальні відомості про магнітні властивості матеріалів. Класифікація магнітних матеріалів і області їх застосування. Магнітом'які матеріали, їх основні характеристики. Низькочастотні магнітом'які матеріали. Магнітом'які матеріали спеціального призначення. Високочастотні магнітні матеріали: магнітодіелектрики, магнітом'які ферити. Напівпровідникові матеріали. Класифікація напівпровідникових матеріалів. Зонна структура напівпровідників. Власні і домішкові напівпровідники. Донори і акцептори. Основні і неосновні носії заряду. Процеси генерації і рекомбінації носіїв.

#### Рекомендована література

1. Василенко І.І., Василенко Ю.І., Широков В.В. Конструкційні та електротехнічні матеріали./ Навчальний посібник. – Львів: «Магнолія – 2006», 2018. – 242с.
2. Конструкційні та функціональні матеріали / Бабак В.П., Байса Д.Ф., Різак В.М., Філоненко С.Ф. У двох частинах. – К.: Техніка. – Ч.1, 2003.– 344 с.; ч.2, 2004. – 368с.
3. Колесов С.М., Колесов І.С. Електроматеріалознавство (Електротехнічні матеріали). Підручник. – К.: "Дельта", 2008 р. 516 с.
4. Поплавко Ю.М., Переверзева Л.П., Воронов С.О., Якименко Ю.І. Фізичне матеріалознавство. К.: НТУУ «КПІ», 2007. – Частина 2. Діелектрики. 392 с.
5. Маврін О.І. Електротехнічні матеріали. Львів, 2003. — 140 с.

## 2. Електричні системи і мережі

Загальні поняття та основні визначення елементів ЕЕС. Класифікація електричних мереж. Об'єднана енергетична система України (ОЕСУ). Конструкції ліній електричних мереж. Схеми місцевих електричних мереж. Схеми районних електричних мереж. Системоутворюючі мережі змінного струму. Електропередачі постійного струму. Схеми заміщення і параметри ліній електропередачі. Схеми заміщення і параметри трансформаторів. Представлення синхронних машин у розрахункових схемах. Статичні характеристики споживачів. Представлення навантажень у розрахункових схемах СЕП. Розрахунок режиму лінії електропередачі при заданому струмі навантаження. Розрахунок режиму лінії електропередачі при заданій потужності навантаження. Розрахунок спаду і втрати напруги в лінії. Розрахункові навантаження вузлів районної електричної мережі. Розрахунок режиму розімкненої мережі за напругою, заданою в кінці мережі. Розрахунок режиму розімкненої мережі за напругою, заданою на початку мережі. Визначення напруги на вторинній обмотці трансформатора. Особливості розрахунку місцевих електричних мереж. Розрахунок режиму замкнутої мережі. Лінійні рівняння вузлових напруг. Нелінійні рівняння вузлових напруг. Методи вирішення нелінійних рівнянь вузлових напруг. Програмний комплекс "Energy CS" для розрахунку усталених і перехідних режимів електромереж. Визначення стійкості системи. Умови збереження стійкості. Показники якості електроенергії. Необхідні умови стійкості ЕЕС. Баланс активної потужності та його зв'язок з частотою струму. Стабілізація частоти струму регулюванням потужності турбіни. Регулювання частоти в електроенергетичній системі. Загальна характеристика режиму електричної мережі за напругою. Баланс реактивної потужності та його зв'язок з напругою у мережі. Засоби компенсації реактивної потужності. Регулювання напруги на електростанціях. Регулювання напруги на підстанціях. Вибір регульовальних відгалужень трансформаторів. Регулювання напруги в розподільних місцевих мережах. Регулювання напруги в розподільних районних і системоутворюючих мережах. Основи оптимального розподілу активної потужності в ЕЕС. Розрахунок втрат потужності й енергії в електричній мережі при проектуванні. Розрахунок втрат потужності й енергії при експлуатації мереж. Вибір номінальної напруги мережі. Вибір перерізів проводів і кабелів за економічним критерієм. Врахування технічних обмежень при виборі площі перерізу. Вибір площі перерізу за допустимою втратою напруги в місцевій розподільній мережі. Вибір трансформаторів на підстанціях. Розрахунок оптимального режиму роботи двотрансформаторної підстанції.

### Рекомендована література

1. Сисак І.М., В.Я. Решетник . “Електричні системи та мережі”. Конспект лекцій для студентів денної та заочної форм навчання за спеціальністю 141

Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Тернопіль: ТНТУ.- 2016. - 152 с.

2. Романюк Ю.Ф. Електричні системи та мережі: Навч. посіб. – К.: Знання, 2007. – 292 с. – (Вища освіта XXI століття).
3. Сегеда М.С. Електричні мережі та системи: Підручник. – 2-ге вид. – Львів: Видівництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2009. – 488 с.
4. Конспект лекцій з дисципліни «Електричні мережі та системи» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка/ Укл.: к.т.н., доцент Клюєв О.В. – Кам’янське: ДДТУ, 2019, 196 стор.
5. Електричні системи та мережі : конспект лекцій / укладачі: І. Л. Лебединський, В. І. Романовський, Т. М. Загородня. – Суми : Сумський державний університет, 2018. – 214 с.
6. Електричні мережі та системи: Конспект лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», спеціалізації «Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: С. П. Шевчук, О. В. Мейта. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,46 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022.– 167 с.

### **3. Електричні машини**

Трансформатори: діаграми е.р.с. і струмів трансформатора; зовнішня характеристика трансформатора; робота трифазного трансформатора під навантаженням; втрати та к.к.д. трансформатора; паралельна робота трансформаторів; автотрансформатори; перехідні процеси в трансформаторах.

Безколекторні машини змінного струму: машини змінного струму, їх класифікація; будова статора безколекторної машини.

Асинхронні машини: магніторушійна сила (м.р.с.) обмоток статора; робочий процес трифазного асинхронного двигуна; електромагнітний момент та робочі характеристики асинхронного двигуна; запуск і регулювання швидкості обертання трифазних асинхронних двигунів; однофазні та конденсаторні асинхронні двигуни; втрати на к.к.д. асинхронної машини.

Синхронні машини: способи збудження синхронних машин; характеристики синхронного генератора (зовнішня характеристика, регульовальна характеристика, діаграма е.р.с., втрати та к.к.д. синхронної машини; магнітне поле і характеристики синхронних генераторів; паралельна робота синхронних генераторів, включення на паралельну роботу; кутові характеристики синхронних генераторів; Синхронний двигун: перехід із генераторного режиму в режим двигуна, кутова характеристика, стійкість роботи, робочі характеристики; запуск синхронного двигуна; синхронний компенсатор.

Машини постійного струму: принцип дії генератора та двигуна постійного струму, обмотки якоря; магнітне коло обмотки якоря; реакція якоря машини постійного струму, заходи для її зниження; способи збудження машин постійного струму; рівняння моментів, характеристика навантаження, зовнішня характеристика, регульовальна характеристика генератора постійного струму; генератори незалежного, послідовного, паралельного, змішаного збудження, їх характеристики; запуск двигуна постійного струму; двигуни постійного струму паралельного, послідовного та змішаного збудження, їх характеристики; втрати та к.к.д. машин постійного струму.

#### Рекомендована література

1. Електричні машини і трансформатори: навч. посібник / М. О. Осташевський, О. Ю. Юр'єва; за ред. В. І. Міліх. – Харків : ФОРУМ, 2017. – 452 с.
2. Яцун, М.А. Електричні машини: підручник / М.А. Яцун – Львів : вид-во Львівської політехніки, 2011 . – 462 с.
3. Електричні машини: навч. посібник / О.А. Буняк, І.М. Сисак, С.М. Бабюк, Б.Я. Оробчук, Я.М. Осадца, В.П. Коваль. – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2023 – 324 с.
4. Загірняк М. В. Електричні машини: підручник / М. В. Загірняк, Б. І. Невзлін. – 2-ге вид., перероб. і доповн. – Київ: Знання, – 2009. – 399 с.
5. Яцун М.А. Експлуатація та діагностування електричних машин і апаратів. - Львів : видавн. Львівський національний Університет «Львівська політехніка», 2010. – 225с.
6. Черник, М.А. Електричні машини : зб. задач / М.А. Черник, В.Г. Гайдук . – Львів: "Львівська політехніка", 2008.

#### 4. Електропостачання

Електроприймачі. Споживачі. Графіки. Режими роботи нейтралі. Захисні заходи безпеки. Вимірювання в СЕП. Розрахунок електричних навантажень. Методи розрахунку навантажень. Послідовність розрахунку навантажень. Визначення умовного центру електричних навантажень. Вибір трансформаторів. Вибір проводів, кабелів і шинопроводів. Захист в системах електропостачання. Компенсація реактивної потужності в СЕП. Організація обліку ЕЕ в системах електропостачання.

Схеми та конструктивне виконання розподільчих мереж НН. Схеми та конструктивне виконання розподільчих мереж ВН. Якість електроенергії в системах електропостачання.

Релейний захист в системах електропостачання. Надійність системи електропостачання. Електропостачання промислових підприємств.



Електропостачання міст та електропостачання в сільській місцевості.  
Електропостачання освітлювальних установок.

Електропостачання електрифікованого транспорту. Електропостачання інформаційних та комп'ютерних систем. Техніко – економічні розрахунки в системах електропостачання.

Оптимізація втрат ЕЕ в трансформаторах і лініях електропостачання.  
Енергозбереження в системах електропостачання.

#### Рекомендована література

1. Васелега П.О. Електропостачання: Навчальний посібник. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2008. – 415 с.

2. Шестеренко В.Є. Системи електроспоживання та електропостачання промислових підприємств. Підручник. – Вінниця: Нова Книга, 2004 – 656 с.

3. Маліновський А.А., Хохулін Б.К. Основи електропостачання: Навчальний посібник. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2005. – 324 с.

4. Зорин В.В., Штогрин Є.А.Буйний Р.О. Електричні мережі та системи (окремі розділи): навчальний посібник для студентів вищ. нехн. навч. закл. – Ніжин: ТОВ: «Видавництво Аспект -поліграф», 2011 – 248 с.: іл.

5. Рудницький В.Г. Внутрішньозаводське електропостачання. Курсове проектування: навчальний посібник. – 2-ге вид. перероб. та доп./В.Г. Рудницький. – Київ: Освіта України, 2013. – 287 с.

6. Правила улаштування електроустановок. Четверте видання, перероблене й доповнене — Х.: Вид-во «Форт», 2011.— 736 с.

7. Олійник М.Й., Бурковський В.Г. Основи використання електричної енергії: Навч. посібник: У 2 ч. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2008. – Ч.І. – 168 с.

## КРИТЕРІЇ ТА ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

Вступне випробування проводиться згідно програми вступного випробування у формі тестових завдань. Структура тестових завдань передбачає п'ять тематичних блоків, що зазначені в програмі вступного випробування з тестовими завданнями із вибором однієї правильної відповіді у кожному тестовому завданні (25 тестових завдань). Кожне тестове завдання оцінюється в один бал. Час на виконання - 60 хвилин.

За результатами вступного випробування вступник отримує від 0 до 25 тестових балів, котрі переводяться в рейтингову оцінку від 100 до 200 балів відповідно до таблиці:

<b>Кількість тестових балів</b>	<b>Рейтингова оцінка</b>	<b>Кількість тестових балів</b>	<b>Рейтингова оцінка</b>
0	<b>не склав</b>	13	<b>152</b>
1	<b>не склав</b>	14	<b>156</b>
2	<b>100</b>	15	<b>160</b>
3	<b>105</b>	16	<b>164</b>
4	<b>110</b>	17	<b>168</b>
5	<b>115</b>	18	<b>172</b>
6	<b>120</b>	19	<b>176</b>
7	<b>125</b>	20	<b>180</b>
8	<b>130</b>	21	<b>184</b>
9	<b>135</b>	22	<b>188</b>
10	<b>140</b>	23	<b>192</b>
11	<b>144</b>	24	<b>196</b>
12	<b>148</b>	25	<b>200</b>