

Закарпатсько 617

2111

(Ф 03.02 – 110)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний авіаційний університет


Факультет Аерокосмічний

Кафедра Автоматизації та енергоменеджменту



УЗГОДЖЕНО

Декан

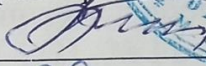

«23» 06

М. Кулик

2021 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи


«19» 06 2021 р.

2021 р.



Система менеджменту якості

РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

«Електричні системи та мережі»

Освітньо-професійна програма: «Енергетичний менеджмент»

Освітньо-професійна програма «Електротехнічні системи
електроспоживання»

Галузь знань: 14 «Електрична інженерія»

Спеціальність: 141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»

| Форма навчання | Сем. | Усього (год. / кредитів ECTS) | ЛКЦ | ПР.З | Л.З | СРС | ДЗ / РГР / К.р | КР | Форма сем. контролю |
|----------------|-------|-------------------------------|-----|------|-----|-----|----------------|----|---------------------|
| Денна | 5,6 | 270 / 9,0 | 68 | 17 | 51 | 134 | 5 / 5 | 6 | Екзамен 5,6 |
| Заочна | 5,6,7 | 270 / 9,0 | 16 | 4 | 12 | 238 | 6 / 6 / 7 | 7 | Екзамен 6,7 |

Індекс: НБ-1-141-1/21-2.1.11

Індекс: НБ-1-141-2/21-2.1.11

Індекс: НБ-1-141-1з/21-2.1.11

Індекс: НБ-1-141-2з/21-2.1.11



Система менеджменту якості.
Робоча програма
навчальної дисципліни
«Електричні системи та мережі»

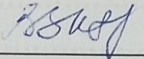
Шифр
документа

СМЯ НАУ
РП 07.01.05-01-2021

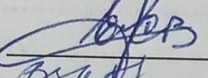
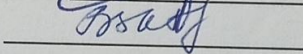
Стор. 2 із 22

Робочу програму навчальної дисципліни «Електричні системи та мережі» розроблено на основі освітньо-професійних програм «Енергетичний менеджмент» та «Електричні системи електроспоживання», навчальних та робочих навчальних планів № НБ-1-141-1/21, № РБ-1-141-1/21, № НБ-1-141-2/21, № РБ-1-141-2/21 та № НБ-1-141-1з/21, РБ-1-141-1з/21, НБ-1-141-2з/21, РБ-1-141-2з/21 підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» та відповідних нормативних документів.

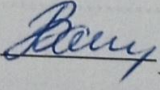
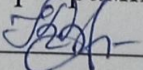
Робочу програму розробив:
завідувач кафедри АЕМ,
к.т.н., доцент:

 Захарченко В.П.

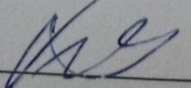
Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри освітньо-професійної програми «Енергетичний менеджмент», спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» - кафедри автоматизації та енергоменеджменту, протокол № 11 від « 17 » 05. 2021 р.

Гарант освітньо-професійної програми  Снчев С.В.
Завідувач кафедри АЕМ  Захарченко В.П.

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри освітньо-професійної програми «Електротехнічні системи електроспоживання», спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» - кафедри комп'ютеризованих електротехнічних систем та технологій, протокол № 11 від « 08 » 06 2021р.

Гарант освітньо-професійної програми  С.Г. Ванецян
Завідувач кафедри  Квасніков В.П..

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні науково-методично-редакційної ради аерокосмічного факультету, протокол № 15 від « 28 » 06 2021 р.

Голова НМРР  Кравцов В.І.



ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| Вступ | 4 |
| 1. Пояснювальна записка | 4 |
| 1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни | 4 |
| 1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна | 4 |
| 1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна | 5 |
| 1.4. Міждисциплінарні зв'язки | 6 |
| 2. Програма навчальної дисципліни | 6 |
| 2.1. Зміст навчальної дисципліни | 6 |
| 2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до кожного модуля | 7 |
| 2.3. Тематичний план | 10 |
| 2.4. Домашнє завдання, завдання на контрольну (домашню) роботу (ЗФН)..... | 14 |
| 2.5.Перелік питань для підготовки до екзамену..... | 15 |
| 3. Навчально-методичні матеріали з дисципліни | 16 |
| 3.1. Методи навчання | 16 |
| 3.2. Рекомендована література (базова і допоміжна) | 16 |
| 3.3. Інформаційні ресурси в Інтернет | 17 |
| 4. Рейтингова система оцінювання набутих студентом знань та вмінь | 18 |



ВСТУП

Робоча програма (РП) навчальної дисципліни «Електричні системи та мережі» розроблена на основі «Методичних рекомендацій до розроблення і оформлення робочої програми навчальної дисципліни денної та заочної форм навчання», затверджених наказом ректора від 29.04.2021 № 249/од, та відповідних нормативних документів.

1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни.

Місце навчальної дисципліни: дана навчальна дисципліна є теоретичною та практичною основою сукупності знань та вмінь, що формують фаховий рівень в області енергетичного менеджменту спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Метою навчальної дисципліни є: розкриття сучасних наукових концепцій, понять, методів, технологій будови електричних систем та мереж, фізичних процесів в електричних мережах і системах при виробництві, розподіленні, передачі та споживанні електричної енергії, способів розрахунку та умов оптимального управління режимами функціонування.

Завданнями навчальної дисципліни є:

- оволодіння методами та технологіями побудови електричних систем та мереж;
- дослідження нормальних, ненормальних та аварійних режимів функціонування сучасних електричних систем та мереж;
- дослідження фізичних явищ при виробництві, передачі, перетворенні, розподілу та споживанні електроенергії;
- оволодіння методами та процесами забезпечення якості електроенергії та надійності функціонування електричних систем та мереж.

1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна.

Оволодіння методами та технологіями побудови електричних систем та мереж, методами забезпечення якості електроенергії та надійності функціонування, методами експлуатації електричних систем та мереж.

Програмні результати:

ПР1. Знати і розуміти принципи роботи електричних систем та мереж, силового обладнання електричних станцій та підстанцій, пристроїв захисного заземлення та грозозахисту та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПР5 Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПР6. Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПР7. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.



ПР8. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.

ПР9. Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

ПР10. Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.

ПР13. Розуміти значення традиційної та відновлюваної енергетики для успішного економічного розвитку країни.

ПР17. Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж.

ПР18. Вміти самостійно вчитися, опанувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням.

ПР19. Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.

ПР20. Застосовувати знання з навчальних дисциплін природничого та інженерного спрямування на рівні, необхідному для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем у сфері енергетичного менеджменту, електричної інженерії (в тому числі на підприємствах авіаційної промисловості).

ПР22. Оволодіння робочими навичками працювати самостійно (кваліфікаційна робота), або в групі (лабораторні роботи, включаючи навички лідерства при їх виконанні), уміння отримати результат у рамках обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність та унеможливлення плагіату.

1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна.

Інтегральна компетентність (ІК):

Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів фізики та інженерних наук і характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.

- Загальні компетентності (ЗК):

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК6. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.


ЗК7. Здатність працювати в команді.

ЗК8. Здатність працювати автономно.

ЗК11. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК12. Здатність планувати та управляти часом.

ЗК13. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

| | | | |
|---|---|----------------|--------------------------------|
|  | Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Електричні системи та мережі» | Шифр документа | СМЯ НАУ РП 07.01.05–01–2021 |
| | | Стор. 6 із 22 | |

- *Фахові компетентності (ФК):*

ФК1. Здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР).

ФК2. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

ФК3. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг.

ФК6. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.

ФК7. Здатність розробляти проекти електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування із дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання.

ФК8. Здатність виконувати професійні обов'язки із дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища.

ФК9. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування (в тому числі на підприємствах авіаційної промисловості).

ФК10. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

ФК11. Здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах.

1.4. Міждисциплінарні зв'язки.

Дана дисципліна базується на знаннях таких дисциплін, як «Теоретичні основи електротехніки», «Промислова електроніка та мікросхемотехніка», «Перехідні процеси в електричних системах», «Основи метрології, електричні вимірювання та прилади», «Основи енергоменеджменту» та є базою для вивчення подальших дисциплін, а саме: «Енергетичний аудит», «Електричне обладнання трансформаторних підстанцій», «Основи релейного захисту та автоматизації енергосистем».

2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Зміст навчальної дисципліни

Навчальний матеріал дисципліни структурований за модульним принципом і складається з чотирьох навчальних модулів, а саме:

- навчального модуля №1 «Вимоги до електричних систем та мереж, їх конструктивне виконання, схеми заміщення та методи розрахунку»;

- навчального модуля №2 «Режими роботи електричних систем і мереж та їх розрахунок»;

- навчального модуля №3 «Регулювання напруги в електричних мережах»;



- навчального модуля №4 «Довгі лінії електропередачі надвисокої напруги», кожен з яких є логічно завершеною, відносно самостійною, цілісною частиною навчальної дисципліни, засвоєння якої передбачає проведення модульної контрольної роботи та аналіз результатів її виконання.

Окремим п'ятим модулем є курсова робота за темою «**Проектування електропостачання авіаційного підприємства**», яка є важливою складовою закріплення та поглиблення теоретичних та практичних знань та вмінь, набутих студентом у процесі засвоєння навчального матеріалу.

2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до кожного модуля

Модуль № 1. «Вимоги до електричних систем та мереж, їх конструктивне виконання, схеми заміщення та методи розрахунку».

Інтегровані вимоги модуля №1:

- знати структури ЕСтаМ, вимоги ДСТУ, конструктивне виконання повітряних та кабельних ліній електропередачі та систем в цілому, схеми заміщення електричних мереж та методи їх розрахунку;

- вміти проектувати ЕСтаМ, аналізувати виникаючі процеси при експлуатації та технічному обслуговуванні для забезпечення якості електроенергії та надійності функціонування ЕСтаМ.

Тема 1. Вступ. Місце дисципліни в системі підготовки фахівця з електротехніки та електротехнологій. Загальні відомості про електричні системи та мережі.

Місце дисципліни в системі підготовки фахівця з електротехніки та електротехнологій. Загальна характеристика електричних систем. Загальна характеристика електричних мереж. Класифікація електричних мереж. Шкала номінальних напруг. Трансформація рівнів напруги систем електропостачання. Вимоги ДСТУ до електричних систем, мереж та систем електропостачання. Показники економічності. Надійність, економічність та якість електроенергії – найважливіші вимоги до систем електропостачання. Вимоги до надійності. Категорії електроприймачів згідно ПУЕ. Шляхи забезпечення надійності, економічності та якості електроенергії.

Тема 2. Конструкції, характеристики та режими роботи найпростіших електричних мереж.

Основні відомості про умови роботи та конструктивне виконання повітряних ліній електричних мереж. Основні елементи і загальна характеристика повітряних ліній. Проводи, ізоляція, арматура та опори повітряних ліній. Поняття про механічний розрахунок проводів повітряних ліній. Експлуатація ліній електропередачі (ЛЕП). Загальна характеристика кабельних ліній (КЛ). Конструкція кабелів. Основні відомості про будову КЛ. Конструкція кабелів. Основні відомості про експлуатацію кабельних ліній.

Тема 3. Параметри схем заміщення елементів електричних мереж і їх розрахунок.

Основні рівняння та математичні моделі лінії електропередачі, як елементу електричної мережі. Погонні та хвильові параметри повітряних і кабельних ліній змінного струму. Схеми заміщення лінії електропередачі та їх параметри. Поняття вузла комплексного навантаження. Параметри і схеми заміщення трансформаторного обладнання підстанцій.



Тема 4. Методи розрахунку електричних мереж.

Баланс потужності в енергосистемі. Вплив навантаження на якість напруги в електричних мережах. Графіки навантажень споживачів електроенергії. Методи розрахунку навантажень електричних мереж. Основи теплових розрахунків. Довгостроково допустимі температури провідників. Методика та послідовність теплового розрахунку провідників. Економічний розрахунок перетину проводів. Розрахунок перетину проводів трьохфазних радіальних мереж з симетричним навантаженням за допустимою втратою напруги. Спрощений електричний розрахунок освітлювальних мереж. Електричні мережі захищені від перевантажень.

Модуль № 2. «Режими роботи електричних систем і мереж та їх розрахунок».

Інтегровані вимоги модуля №2:

- знати особливості і задачі усталених режимів роботи замкнутих та кільцевих електричних систем і мереж, особливості складних мереж, методи рішення рівнянь усталеного режиму, особливості аварійних та ненормальних режимів розімкнених електричних мереж;
- вміти проводити розрахунки усталених режимів роботи простих електричних мереж з одним джерелом живлення, розрахунок режиму кільцевої мережі, виконувати спрощені перетворення, проводити розрахунки складних мереж, вміти враховувати коефіцієнти трансформації у розрахунках, розраховувати аварійні та ненормальні режими розімкнених електричних мереж.

Тема 1. Розрахунок усталених режимів роботи замкнутих електричних мереж.

Розрахунки усталених режимів роботи простих електричних мереж з одним джерелом живлення. Задачі розрахунку усталених режимів. Розрахункові схеми електричних мереж. Розрахунок режиму кільцевої мережі. Спрощені перетворення. Загальна характеристика електричних мереж з двома джерелами живлення. Кутові характеристики потужності. Кругові діаграми потужності. Особливості складних мереж і розрахунків їх режимів. Вузлові рівняння усталеного режиму. Рішення рівнянь усталеного режиму методами простої ітерації, методом Зейделя і на основі метода Гауса. Використання метода Ньютона для рішення рівнянь усталеного режиму електричної системи. Урахування коефіцієнтів трансформації у розрахунках.

Тема 2. Розрахунок аварійних та ненормальних режимів розімкнених електричних мереж.

Задачі розрахунку аварійних та ненормальних режимів розімкнених електричних мереж. Розрахункові схеми електричних мереж. Розрахунок режиму розімкненої мережі. Теоретичні основи коротких замикань в електричних мережах. Короткі замикання (КЗ) на малопотужній відпаїці системи нескінченної потужності. Фізичні процеси при трифазному короткому замиканні на затисках синхронного генератора. Недоліки аналітичного методу розрахунку струму КЗ в електричних мережах. Врахування впливу навантаження. Використання методу симетричних складників для розрахунку несиметричних струмів короткого замикання. Опір прямої, зворотної і нульової послідовності передування фаз елементів електричної мережі. Термічна дія струму КЗ. Практичні методи розрахунку струмів



коротких замикань в електричних мережах аеропортів. Розрахунок параметрів і перетворення еквівалентних схем. Послідовність розрахунку струму трифазного короткого замикання. Послідовність розрахунку струму несиметричного короткого замикання. Особливості розрахунку струму КЗ в мережах аеропортів. Замикання на землю в мережах з ізольованою нейтраллю. Розрахунок струму замикання на землю і методи його зниження. Розподіл струму замикання на землю за елементами мережі. Методика визначення режиму замикання на землю і місця замикання.

Модуль №3 «Регулювання напруги в електричних мережах»

Інтегровані вимоги модуля №3:

- знати загальну характеристику режиму напруг і способів їх регулювання, регулюючі пристрої і їх вплив на режим напруг особливості регулювання напруги в розподільчих мережах низьких напруг, особливості регулювання напруги в розподільчих та системоутворюючих мережах високих напруг, методи зустрічного регулювання напруги, методи розрахунку і зниження несинусоїдальності напруги в електричних мережах аеропортів;
- вміти проводити розрахунок закону регулювання напруги для групового трансформатора з регулюванням під навантаженням, регулювання напруги шляхом компенсації реактивної потужності навантаження і індуктивного опору ліній. регулювання напруги тиристорними регуляторами, провадити порівняльну оцінку методів регулювання та покращення якості напруги в електричних мережах.

Тема 1. Регулювання напруги в електричних мережах.

Загальна характеристика режиму напруг і способів їх регулювання. Регулюючі пристрої і їх вплив на режим напруг. Особливості регулювання напруги в розподільчих мережах низьких напруг. Особливості регулювання напруги в розподільчих та системоутворюючих мережах високих напруг. Зустрічне регулювання напруги. Регулювання напруги трансформаторами. Розрахунок закону регулювання напруги для групового трансформатора з регулюванням під навантаженням. Регулювання напруги шляхом компенсації реактивної потужності навантаження і індуктивного опору ліній. Регулювання напруги тиристорними регуляторами. Методи розрахунку і зниження несинусоїдальності напруги в електричних мережах аеропортів. Порівняльна оцінка методів регулювання та покращення якості напруги в електричних мережах.

Модуль №4 «Довгі лінії електропередачі надвисокої напруги»

Інтегровані вимоги модуля №4:

- знати загальну характеристику ліній електропередачі (ЛЕП) надвисокої напруги (НВН), залежність напруги та потужності, що передається, від довжини лінії, режим одностороннього включення і холостого ходу лінії з установками поперечної компенсації, режим лінії при повздовжній ємнісній компенсації, особливі режими електричних систем, заходи по зменшенню втрат потужності та електроенергії;
- вміти провадити розрахунок ЛЕП надвисокої напруги, розрахунок режимів електричних мереж на ПЕОМ, розрахунок режимів систем великої складності, провадити оптимізацію режимів електроенергетичних систем та електричних мереж.



Тема 1. Лінії електропередачі надвисокої напруги

Загальна характеристика ЛЕП надвисокої напруги. Розрахунок ЛЕП надвисокої напруги. Залежність напруги та потужності, що передається, від довжини лінії. Режим одностороннього включення і холостого ходу лінії з установками поперечної компенсації. Режим лінії при повздовжній ємнісній компенсації. Підвищення пропускної здатності лінії. Розрахунок режимів електричних мереж на ПЕОМ. Розрахунок режимів систем великої складності. Особливі режими електричних систем. Заходи по зменшенню втрат потужності та електроенергії. Оптимізація режимів електроенергетичних систем та електричних мереж.

Модуль №5 «Курсова робота».

Курсова робота (КР) з дисципліни виконується у шостому семестрі (студентами стаціонарного навчання) та у сьомому семестрі (ЗФН), відповідно до затверджених в установленому порядку методичних рекомендацій, з метою закріплення та поглиблення теоретичних знань та вмінь, набутих студентом у процесі засвоєння навчального матеріалу дисципліни в області електротехніки та електротехнологій і дослідженні електричних систем та мереж.

Виконання КР є важливим етапом у підготовці до виконання дипломного проекту майбутнього фахівця з електротехніки та електротехнологій.

Конкретною метою КР є проектування електропостачання авіаційного підприємства з розрахунком усіх елементів та забезпеченням надійності функціонування системи електропостачання і якості електроенергії з мінімальними витратами виходячи з зазначеного в методичних рекомендаціях з курсового проектування. Графічна частина роботи складається з трьох аркушів розміром А1, на яких зображується план розміщення цехів, трансформаторних підстанцій з лініями з'єднання та варіанти розроблених схем електропостачання.

Виконання, оформлення та захист КР здійснюється студентом в індивідуальному порядку відповідно до методичних рекомендацій.

Час, потрібний для виконання КР, – до 30 годин самостійної роботи.

2.3. Тематичний план.

| № пор | Назва теми (тематичного розділу) | Обсяг навчальних занять (год.) | | | | | | | |
|--|---|--------------------------------|--------|------------------------|-----|-----------------------|--------|-----------------------|-----|
| | | Денна форма навчання | | | | Заочна форма навчання | | | |
| | | Усього | Лекції | Лаб./ практ заняття | СРС | Усього | Лекції | Лаб./прак. заняття | СРС |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Модуль №1 «Вимоги до електричних систем та мереж, їх конструктивне виконання, схеми заміщення та методи розрахунку» | | | | | | | | | |
| 1.1 | Загальна характеристика електричних систем та мереж, їх класифікація. Вимоги до систем електропостачання. | 5 семестр | | | | 5 семестр | | | |
| | | 4 | 2 | | 2 | 2 | | | 2 |



| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--|--|------------------|-----------|-----------|-----------|------------------|---|---|-----------|
| 1.2 | Загальна характеристика, умови роботи, та конструктивне виконання повітряних ліній електричних мереж | 7 | 2 | 2 | 3 | 2 | | | 2 |
| 1.3 | Загальна характеристика, умови роботи, та конструктивне виконання кабельних ліній електричних мереж | 7 | 2 | 2 | 3 | 2 | | | 2 |
| 1.4 | Параметри, схеми заміщення і режими роботи електричних мереж. | 7 | 2 | 2 | 3 | 2 | | | 2 |
| 1.5 | Основні рівняння та математичні моделі ліній електропередач | 7 | 2 | 2 | 3 | 2 | | | 2 |
| 1.6 | Баланс потужності в енергосистемі. Вплив навантаження на якість напруги в електричних мережах. | 7 | 2 | 2 | 3 | 2 | | | 2 |
| 1.7 | Графіки навантажень споживачів електричної енергії. Методи розрахунку навантажень електричних мереж. | 7 | 2 | 2 | 3 | 2 | | | 2 |
| 1.8 | Основи теплових розрахунків. Методика та послідовність теплового розрахунку провідників. | 6 | 2 | 2 | 2 | 2 | | | 2 |
| 1.9 | Розрахунок трьохфазних радіальних мереж за допустимою втратою напруги, економічний розрахунок перетину проводів та спрощений розрахунок освітлювальних мереж | 4 | 2 | | 2 | 2 | | | 2 |
| 1.8 | Домашнє завдання | 8 | | | 8 | | | | |
| 1.9 | Модульна контрольна робота №1 | 3 | | 2 | 1 | | | | |
| | Усього за модулем №1 | 67 | 18 | 16 | 33 | 18 | | | 18 |
| Модуль №2 «Режими роботи електричних систем і мереж та їх розрахунок» | | | | | | | | | |
| | | 5 семестр | | | | 5 семестр | | | |
| 2.1 | Розрахунки простих електричних мереж з одним джерелом живлення, задачі розрахунку усталених режимів, розрахункові схеми. Розрахунок режиму кільцевої мережі. | 7 | 2 | 2 | 3 | 5 | 2 | - | 3 |
| 2.2 | Аналіз усталених режимів електричних мереж з двома джерелами живлення. Кутові характеристики потужності. Кругові діаграми потужності | 7 | 2 | 2 | 3 | 3 | | - | 3 |
| 2.3 | Особливості складних мереж і розрахунків їх режимів. Замикання на землю в мережах з ізольованою нейтраллю, розрахунок струму замикання на землю і методи його зниження. Розподіл струму замикання на землю за елементами мережі. Методика визначення режиму замикання на землю і місця замикання | 7 | 2 | 2 | 3 | 2 | | - | 2 |



| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--|--|------------------|-----------|-----------|-----------|------------------|----------|----------|-----------|
| 2.4 | Розв'язання рівнянь усталеного режиму методом простої ітерації, методом Зейделя та на основі методу Гаусса, методом Ньютона. Урахування коефіцієнтів трансформації у розрахунках. | 7 | 2 | 2 | 3 | 5 | 2 | - | 3 |
| 2.5 | Задачі розрахунку аварійних та ненормальних режимів розімкнених електричних мереж. Розрахункові схеми електричних мереж. Розрахунок режиму розімкненої мережі. | 7 | 2 | 2 | 3 | 2 | | - | 2 |
| 2.6 | Теоретичні основи коротких замикань в електричних мережах. Короткі замикання на малопотужній відпайці системи нескінченної потужності. Фізичні процеси при трифазному короткому замиканні на затисках синхронного генератора. | 8 | 2 | 2 | 4 | 3 | | - | 3 |
| 2.7 | Недоліки аналітичного методу розрахунку струму короткого замикання в електричних мережах. Врахування впливу навантаження. Використання методу симетричних складників для розрахунку несиметричних струмів короткого замикання. | 7 | 2 | 2 | 3 | 2 | | - | 2 |
| 2.8 | Опір прямої, зворотної і нульової послідовності передування фаз елементів електричної мережі. Термічна дія струму короткого замикання. | 7 | 2 | 2 | 3 | 5 | 2 | - | 3 |
| 2.9 | Розрахунково-графічна робота | 10 | | | 10 | | | - | |
| 2.10 | Модульна контрольна робота №2 | 3 | | 2 | 1 | - | - | - | |
| | Усього за модулем №2 | 68 | 16 | 18 | 34 | 27 | | - | 21 |
| | Усього за 5-й семестр | 135 | 34 | 34 | 67 | 45 | 6 | - | 39 |
| Модуль №3 «Регулювання напруги в електричних мережах» | | | | | | | | | |
| 3.1 | Загальна характеристика режиму напруг і способів їх регулювання. Регулюючі пристрої і їх вплив на режим напруг. | 6 семестр | | | | 6 семестр | | | |
| | | 8 | 2 | 2/2 | 2 | 15 | 2 | 2/- | 11 |
| 3.2 | Перенапруга в електроустановках, класифікація та характеристика перенапруг. Еквівалентні схеми при хвильових процесах. . | 4 | 2 | | 2 | 9 | | | 9 |
| 3.3 | Затухання хвиль перенапруг в лініях електропередачі Хвильові процеси в обмотках трансформаторів | 9 | 2 | 2/2 | 3 | 9 | | | 9 |
| 3.4 | Особливості регулювання напруги в розподільчих мережах низьких напруг та розподільчих і системостворюючих мережах високих напруг. | 4 | 2 | | 2 | 15 | 2 | 2/- | 11 |



| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|--|------------------|-----------|--------------|-----------|------------------|----------|------------|------------|
| 3.5 | Зустрічне регулювання напруги трансформаторами. Розрахунок закону регулювання напруги для групового трансформатора з регулюванням під навантаженням | 9 | 2 | 2/2 | 3 | 9 | | | 9 |
| 3.6 | Регулювання напруги шляхом компенсації реактивної потужності навантаження і індуктивного опору ліній, регулювання напруги тиристорними регуляторами. | 9 | 2 | 2/2 | 3 | 9 | | | 9 |
| 3.7 | Порівняльна оцінка методів регулювання та засоби покращення якості напруги в електричних мережах. | 4 | 2 | | 2 | 9 | - | - | 9 |
| 3.8 | Методи розрахунку і зниження несинусоїдності напруги в електричних мережах аеропортів. | 6 | 2 | 1/1 | 2 | 14 | 2 | 2/- | 10 |
| 3.9 | Модульна контрольна робота №3 | 3 | 2 | | 1 | | | | |
| 3.10 | Контрольна (домашня) робота (ЗФН) | | | | | 8 | - | | 8- |
| 3.11 | Контрольна (домашня) робота (ЗФН) | | | | | 8 | | | 8 |
| | Усього за модулем №3 | 56 | 18 | 9/9 | 20 | 105 | 6 | 6/- | 93 |
| Модуль №4 «Довгі лінії електропередачі надвисокої напруги» | | | | | | | | | |
| | | 6 семестр | | | | 7 семестр | | | |
| 4.1 | Розрахунки простих електричних мереж з одним джерелом живлення, задачі розрахунку усталених режимів, розрахункові схеми. Розрахунок режиму кільцевої мережі. | 8 | 2 | 2/2 | 2 | 21 | | 2/2 | 17 |
| 4.2 | Аналіз усталених режимів електричних мереж з двома джерелами живлення. Куткові характеристики потужності. Кругові діаграми потужності | 4 | 2 | | 2 | 4 | | - | 4 |
| 4.3 | Підвищення пропускної здатності ЛЕП НВН | 8 | 2 | 2/2 | 2 | 15 | 2 | - | 13 |
| 4.4 | Розрахунок режимів електричних мереж на ПЕОМ | 4 | 2 | | 2 | 17 | | 2/- | 15 |
| 4.5 | Розрахунок режимів систем великої складності. | 9 | 2 | 2/2 | 3 | 2 | | - | 2 |
| 4.6 | Особливі режими електричних систем | 4 | 2 | | 2 | 2 | | - | 2 |
| 4.7 | Заходи по зменшенню втрат потужності та електроенергії. Оптимізація режимів електроенергетичних систем та мереж. | 9 | 2 | 2/2 | 3 | 21 | 2 | 2/2 | 15 |
| 4.8 | Модульна контрольна робота №4 | 3 | 2 | | 1 | | | - | |
| 4.9 | Контрольна домашня робота (ЗФН) | | | | | 8 | | | 8 |
| | Усього за модулем №4 | 49 | 16 | 8/8 | 17 | 90 | 4 | 6/4 | 76 |
| | Усього за 6-й семестр | 105 | 34 | 17/17 | 37 | 90 | 4 | 6/4 | 106 |



| Модуль №5 «Курсова робота» | | | | | ЗФН | | | |
|---|---|------------|-----------|--------------|------------|------------|-----------|-------------|
| 5.1 | Проектування електропостачання авіаційного підприємства | 30 | | 30 | 30 | | | 30 |
| Усього за модулем №5 | | 30 | | 30 | 30 | | | 30 |
| Усього за навчальною дисципліною | | 270 | 68 | 51/17 | 134 | 270 | 16 | 12/4 |
| | | | | | | | | 238 |

2.4. Домашнє завдання*, розрахунково-графічна робота*, завдання на контрольну (домашню) роботу (ЗФН).

2.4.1. Домашнє завдання (Домашнє завдання для ЗФН)

Домашнє завдання (ДЗ) виконується в рамках самостійної роботи Модулю № 1 з метою закріплення знань та умінь розрахунку електричної мережі і складається з двох задач. Виконання завдання сприяє підвищенню ефективності освоєння практичних методів розрахунку режимів електроенергетичних систем, ефективному застосуванню обчислювальних засобів, розвитку творчого підходу до вивчення курсу «Електричні системи та мережі».

В ході виконання завдання необхідно вирішити наступні задачі:

1. Для електричного кола, варіанти схем та елементів якого приведені в таблиці, необхідно знайти у вітках величини струмів та напругу.

2. За заданими опорами та ЕРС скласти систему рівнянь, необхідних для визначення струмів за першим і другим законом Кірхгофа; знайти сили всіх струмів, користуючись методом контурних струмів; спростити схему, замінивши трикутник опорів еквівалентною зіркою (накреслити розрахункову схему з еквівалентною зіркою); визначити покази вольметра і скласти баланс потужностей для заданої схеми.

2.4.2. Розрахунково-графічна робота (Контрольна робота для ЗФН)

Індивідуальне завдання призначене для перевірки знань, отриманих студентом при освоєнні Модулю №2 програми дисципліни.

Розрахунково-графічна робота (РГР) виконується в рамках самостійної роботи з метою закріплення умінь за розрахунком і регулюванням сталого режиму електричної мережі. Виконання завдання сприяє підвищенню ефективності освоєння практичних методів розрахунку режимів електроенергетичних систем, ефективному застосуванню обчислювальних засобів, розвитку творчого підходу до вивчення курсу «Електричні системи та мережі».

В ході виконання завдання необхідно вирішити наступні задачі:

1. Навчитися моделювати (представляти) електропередачі, електричні мережі розрахунковими еквівалентами: складати схеми заміщення, визначати параметри елементів електропередачі.



2. Вивчити фізичні процеси, що відбуваються при електропередачі в електричних мережах.

3. Засвоїти методику розрахунку і аналізу робочих сталих режимів (електричних розрахунків) електропередач, електричних мереж інженерними методами та на ЕОМ.

Для електропередачі, варіанти яких наведено, потрібно визначити параметри їх електричного режиму (стани), виконати аналіз параметрів режиму та балансів потужностей.

За наслідками аналізу електричного режиму сформулювати висновки про їх допустимість по струмовому навантаженню елементів, напруги у вузлах, важкості і економічності режиму. Отримати бажані значення напруги на шинах нижчої напруги підстанцій виводів генератора і вищої напруги станцій, вибравши відповідні положення перемикачів РПН, ПБВ трансформаторів.

Результати розрахунку електричного режиму (потоки і втрати потужності, напруга у вузлах, значення трансформації) слід представити на схемі заміщення електропередачі. Параметри режиму, отримані вручну і на ЕОМ, наносяться на схему різним кольором для наочного зіставлення їх по точності.

Звіт по роботі оформляють у вигляді розрахунково-графічної записки, об'єм якої зазвичай складає 10-12 сторінок рукописного тексту формату А4, включаючи малюнки і таблиці. До записки прикладають графічну частину у вигляді двох ескізів формату А4: електричних з'єднань електропередачі з вказівками основного силового устаткування і схеми заміщення з параметрами електричного режиму.

2.4.3. Контрольна робота для ЗФН.

Для закріплення знань та вмінь, отриманих на лекціях та практичних заняттях, вирішити, згідно методичних рекомендацій, по одній з представлених в завданні задачі за темами модулів №№ 1-4. Навчальні матеріали затверджено протоколом № 13 від 07.06.2021р. засідання кафедри автоматизації та енергоменеджменту.

2.5. Перелік питань для підготовки до екзамену

Перелік питань та зміст завдань для підготовки до екзамену, розробляються провідним викладачем кафедри відповідно до робочої програми, затверджується на засіданні кафедри та доноситься до відома студентів.



3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ

3.1. Методи навчання

При вивченні навчальної дисципліни використовуються наступні методи навчання: пояснювально-ілюстративний метод; метод проблемного викладання; репродуктивний метод; дослідницький метод.

Реалізація цих методів здійснюється при проведенні лекцій, демонстрацій, самостійному розв'язанні завдань, роботі з навчальною літературою, аналізі та розв'язанні завдань.

3.2. Рекомендована література

Базова література

3.2.1. Захарченко В.П., Єнчев С.В., Тихонов В.В., Красношарпа Н.Д. Електричні системи та мережі. Навчальний посібник. – К.: НАУ, 2021. – 340 с.

3.2.2. Сулейманов В.М., Кацадзе Т.Л. Електричні мережі та системи. Підруч. для вузів. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 504 с.

3.2.3. Розрахунок режимів електроенергетичних систем. Навч. посібник/ Сулейманов В.М. – К.: КПІ, 2001. – 100 с.

3.2.4. Захарченко В.П., Тихонов В.В. Проектування електропостачання авіаційного підприємства. Навч. посібник. – К.: НАУ, 2006. – 60 с.

3.2.5. Електропостачання. Методичні рекомендації і завдання до виконання курсового проекту для студентів напряму 0906 „Електротехніка”. В.П. Захарченко, В.В. Тихонов. – К.: НАУ, 2006. – 32 с.

3.2.6. Величко Ю.К. Електропостачання аеропортів: Навч. посібник. – Київ: КПЦА, 1996. – 312 с.

Допоміжна література

3.2.7. Розрахунок і регулювання сталих режимів роботи електричних мереж енергосистем. Навч. посібник / Сулейманов В.М. – К.: УМК ВО, 1992. – 216 с.

3.2.8. Електричні системи та мережі. Навч. посібник / Романюк Ю.Ф. – К.: Знання, 2007. – 292 с. – (Вища освіта ХХІ століття).

3.2.9. Економія енергії в електричних мережах / Під ред. Качанової Н.А. і Щербини Ю.В. – К.: Техніка, 1986. – 167 с.

3.2.10. Електричні мережі і системи / Під ред. Денисенко Г.І. – К.: Вища школа, 1986. – 584 с.

3.2.11. Величко Ю.К., Нерет В.І. Принципи побудови систем електропостачання аеропортів. Навч. посібник. – К.: КПЦА, 1988, - 92 с.

3.2.12. Захарченко В.П., Ільєнко С.С., Ільєнко А.В., Електричні системи та мережі. Лабораторний практикум. – К.: НАУ, 2022. – 140 с.



3.2.13. Козлов В.Д., Захарченко В.П., Тачиніна О.М. Електрична частина станцій та підстанцій. Сучасний університетський підручник. – К.: НАУ, 2018. – 312 с.

3.2.14. ДСТУ EN 50160:2014. Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності. К. МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ, 2014. – 26 с.

3.2.15. ПРАВИЛА улаштування електроустановок /Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. – 1 видання. – К.: Міненерговугілля, 2017 – 617 с.

3.3. Інформаційні ресурси в Інтернет

3.3.1. <https://www.proektant.org/books/0008-ELE-1989.pdf>

3.3.2. <https://www.twirpx.com/file/96115/>

3.3.3. http://www.energyland.info/files/library/c79c3a4a68a917ad7ea5917d3a_8bf6bd.pdf

3.3.4. https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/19121/1/POSS_EMS2014%20-kyr yk.pdf

3.3.5. <http://chitalnya.nung.edu.ua/elektrichni-sistemi-ta-merezhi.html-0>

3.3.6. http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/8771/1/ESM_CW.pdf

3.3.7. <https://vlp.com.ua/node/15100>

3.3.8. <http://chitalnya.nung.edu.ua/kursoviy-proekt-z-disciplini-elektrichni-sistemi-ta-merezhi.html>



4. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАБУТИХ СТУДЕНТОМ ЗНАТЬ ТА ВМІНЬ

Оцінювання окремих видів виконаної студентом навчальної роботи здійснюється в балах відповідно до табл.4.1.

Таблиця 4.1

| Вид навчальної роботи | Мах кількість балів | | Вид навчальної роботи | Мах кількість балів | |
|---|----------------------|-----------------------|--|----------------------|-----------------------|
| | Денна форма навчання | Заочна форма навчання | | Денна форма навчання | Заочна форма навчання |
| Семестр 5 | | | | | |
| Модуль № 1 «Вимоги до електричних систем та мереж, їх конструктивне виконання, схеми заміщення та методи розрахунку» | | | Модуль № 2 «Режими роботи електричних мереж та їх розрахунок» | | |
| Вид навчальної роботи | бали | бали | Вид навчальної роботи | бали | бали |
| Лабораторні роботи (7х3б) | 21 | бали | Лабораторні роботи (8х3б) | 24 | бали |
| Виконання домашньої роботи | 7 | – | Виконання розрахунково-графічної роботи | 8 | – |
| <i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №1 студент має набрати не менше</i> | 17 | – | <i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №2 студент має набрати не менше</i> | 19 | – |
| Виконання модульної контрольної роботи №1 | 10 | – | Виконання модульної контрольної роботи №2 | 10 | – |
| Усього за модулем №1 | 38 | – | Усього за модулем №2 | 42 | - |
| Усього за модулями №1, №2 | | | | 80 | |
| Семестровий екзамен | | | | 20 | |
| Усього за дисципліною | | | | 100 | |
| Семестр 6 | | | | | |
| Модуль № 3 «Регулювання напруги в електричних мережах» | | | Модуль № 4 «Довгі лінії електропередачі надвисокої напруги» | | |
| Вид навчальної роботи | бали | бали | Вид навчальної роботи | бали | бали |
| Лабораторні/практичні/виконання окремих завдань | 20/15 | 15/– | Лабораторні/практичні/виконання окремих завдань | 12/13 | 5/– |
| Виконання контрольної (домашньої) роботи | – | 20 | Виконання контрольної (домашньої) роботи | – | 20 |
| <i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №1 студент має набрати не менше</i> | 21 | – | <i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №2 студент має набрати не менше</i> | 15 | – |
| Виконання модульної контрольної роботи №3 | 10 | – | Виконання модульної контрольної роботи №4 | 10 | – |
| Усього за модулем №3 | 45 | 35 | Усього за модулем №4 | 35 | 25 |
| Усього за модулями №3, №4 | | | | 80 | 60 |
| Семестровий екзамен | | | | 20 | 40 |
| Усього за дисципліною | | | | 100 | |



| Вид навчальної роботи | Мах кількість балів | | Вид навчальної роботи | Мах кількість балів | |
|--|----------------------|-----------------------|--|----------------------|-----------------------|
| | Денна форма навчання | Заочна форма навчання | | Денна форма навчання | Заочна форма навчання |
| Семестр 7 | | | | | |
| Вид навчальної роботи | бали | бали | Вид навчальної роботи | бали | бали |
| Лабораторні/практичні/виконання окремих завдань | – | 15/– | Лабораторні/практичні/виконання окремих завдань | – | –/20 |
| Виконання контрольної (домашньої) роботи | – | | Виконання контрольної (домашньої) роботи | – | 20 |
| <i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №1 студент має набрати не менше</i> | – | – | <i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №2 студент має набрати не менше</i> | – | – |
| Виконання модульної контрольної роботи №3 | – | – | Виконання модульної контрольної роботи №4 | – | – |
| | | 15 | | | 45 |
| Усього за 6 семестр | | | | | 60 |
| Семестровий екзамен | | | | | 40 |
| Усього за дисципліною | | | | | 100 |

| Модуль №5 | | |
|--|---------------------|------------|
| Вид навчальної роботи | Мах кількість балів | |
| | Денна ФН | Заочна ФН |
| Виконання курсової роботи | 60 | 60 |
| Захист курсової роботи | 40 | 40 |
| Виконання та захист курсової роботи | 100 | 100 |

4.2. Виконані види навчальної роботи зараховуються студенту, якщо він отримав за них позитивну рейтингову оцінку.

4.3. Сума рейтингових оцінок, отриманих студентом за окремі види виконаної навчальної роботи, становить поточну модульну рейтингову оцінку, яка заноситься до відомості модульного контролю.

4.4. Підсумкова модульна рейтингова оцінка, отримана студентом за результатами виконання та захисту **курсвої роботи** в балах, за національною шкалою та шкалою ECTS заноситься до відомості модульного контролю, а також до навчальної картки, залікової книжки та Додатку до диплома, наприклад, так: **92/Відм./А, 87/Добре/В, 79/Добре/С, 68/Задов./D, 65/Задов./Е** тощо.

4.5. Сума підсумкової семестрової модульної та **екзаменаційної** рейтингових оцінок, у балах становить підсумкову семестрову рейтингову оцінку, яка перераховується в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS (табл.4.3).

4.6. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка в балах, за національною шкалою та шкалою ECTS заноситься до заліково-екзаменаційної відомості,



навчальної картки та залікової книжки студента, наприклад, так: **92/Відм./А, 87/Добре/В, 79/Добре/С, 68/Задов./D, 65/Задов./Е** тощо.

4.7. Підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни визначається як середньоарифметична оцінка з підсумкових семестрових рейтингових оцінок у балах (з цієї дисципліни – за *n'*ятий та *шостий* семестри) з наступним її переведенням в оцінки за національною шкалою ECTS.

Зазначена підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни заноситься до Додатку до диплома.

Таблиця 4.3

Відповідність підсумкової семестрової рейтингової оцінки в балах оцінці за національною шкалою та шкалою ECTS

| Оцінка в балах | Оцінка за національною шкалою | Оцінка за шкалою ECTS | |
|----------------|-------------------------------|-----------------------|--|
| | | Оцінка | Пояснення |
| 90-100 | Відмінно | A | Відмінно (відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок) |
| 82-89 | Добре | B | Дуже добре (вище середнього рівня з кількома помилками) |
| 75-81 | | C | Добре (в загальному вірне виконання з певною кількістю суттєвих помилок) |
| 67-74 | Задовільно | D | Задовільно (непогано, але зі значною кількістю недоліків) |
| 60-66 | | E | Достатньо (виконання задовольняє мінімальним критеріям) |
| 35-59 | Незадовільно | FX | Незадовільно (з можливістю повторного складання) |
| 1-34 | | F | Незадовільно (з обов'язковим повторним курсом) |



(Ф 03.02 – 01)

АРКУШ ПОШИРЕННЯ ДОКУМЕНТА

| № прим. | Куди передано (підрозділ) | Дата видачі | П.І.Б. отримувача | Підпис отримувача | Примітки |
|---------|---------------------------|-------------|-------------------|--------------------|----------|
| 1 | 03.02 | 29.08.21 | Резоренко К.А. | <i>[Signature]</i> | |
| | | | | | |
| | | | | | |

(Ф 03.02 – 02)

АРКУШ ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ДОКУМЕНТОМ

| № пор. | Прізвище ім'я по-батькові | Підпис ознайомленої особи | Дата ознайомлення | Примітки |
|--------|---------------------------|---------------------------|-------------------|----------|
| 1. | Захарченко В.П. | <i>[Signature]</i> | 18.08.22 | |
| | | | | |
| | | | | |

(Ф 03.02 – 04)

АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ РЕВІЗІЇ

| № пор. | Прізвище ім'я по-батькові | Дата ревізії | Підпис | Висновок щодо адекватності |
|--------|---------------------------|--------------|--------------------|----------------------------|
| 1. | Соколов С.П. | 18.08.2022 | <i>[Signature]</i> | <i>[Handwritten note]</i> |
| 2. | Соколов С.П. | 28.08.2023 | <i>[Signature]</i> | <i>[Handwritten note]</i> |
| | | | | |

(Ф 03.02 – 03)

АРКУШ ОБЛІКУ ЗМІН

| № зміни | № листа (сторінки) | | | | Підпис особи, яка внесла зміну | Дата внесення зміни | Дата введення зміни |
|---------|--------------------|------------|--------|--------------|--------------------------------|---------------------|---------------------|
| | Зміненого | Заміненого | Нового | Анульованого | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

(Ф 03.02 – 32)

УЗГОДЖЕННЯ ЗМІН

| | Підпис | Ініціали, прізвище | Посада | Дата |
|-----------|--------|--------------------|--------|------|
| Розробник | | | | |
| Узгоджено | | | | |
| Узгоджено | | | | |
| Узгоджено | | | | |



Додаток 3

**Відповідність оцінок у балах оцінкам за національною шкалою
(рекомендовані значення)**

| Оцінка у балах | | | | | | | | | | | | Оцінка за національною шкалою |
|----------------|-----|---|---|-----|-----|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------------------------------|
| 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 13 | 14 | 15 | |
| 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 9-10 | 10-11 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | Відмінно |
| 2,5 | 3 | 4 | 5 | 6 | 6-7 | 7-8 | 8 | 9 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | Добре |
| 2 | 2,5 | 3 | 4 | 4-5 | 5 | 6 | 6-7 | 7-8 | 8-9 | 9-10 | 9-11 | Задовільно |

| Оцінка у балах | | | | | | | | | | | | Оцінка за національною шкалою |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------------|
| 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | |
| 15-16 | 16-17 | 17-18 | 17-19 | 18-20 | 19-21 | 20-22 | 21-23 | 22-24 | 23-25 | 24-26 | 25-27 | Відмінно |
| 12-14 | 13-15 | 14-16 | 15-16 | 15-17 | 16-18 | 17-19 | 18-20 | 18-21 | 19-22 | 20-23 | 20-24 | Добре |
| 10-11 | 10-12 | 11-13 | 12-14 | 12-14 | 13-15 | 13-16 | 14-17 | 15-17 | 15-18 | 16-19 | 16-19 | Задовільно |

| Оцінка у балах | | | | | | | | | | | | Оцінка за національною шкалою |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------------|
| 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | |
| 26-28 | 26-29 | 27-30 | 28-31 | 29-32 | 30-33 | 31-34 | 32-35 | 33-36 | 34-37 | 34-38 | 35-39 | Відмінно |
| 21-25 | 22-25 | 23-26 | 23-27 | 24-28 | 25-29 | 26-30 | 27-31 | 27-32 | 28-33 | 29-33 | 29-34 | Добре |
| 17-20 | 18-21 | 18-22 | 19-22 | 19-23 | 20-24 | 20-25 | 21-26 | 22-26 | 22-27 | 23-28 | 24-28 | Задовільно |

| Оцінка у балах | | | | | | | | | | | | Оцінка за національною шкалою |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------------|
| 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | |
| 36-40 | 37-41 | 38-42 | 39-43 | 40-44 | 41-45 | 42-46 | 43-47 | 43-48 | 44-49 | 45-50 | 46-51 | Відмінно |
| 30-35 | 31-36 | 32-37 | 32-38 | 33-39 | 34-40 | 35-41 | 35-42 | 36-42 | 37-43 | 38-44 | 38-45 | Добре |
| 24-29 | 25-30 | 25-31 | 26-31 | 27-32 | 27-33 | 28-34 | 28-34 | 29-35 | 30-36 | 30-37 | 31-37 | Задовільно |

| Оцінка у балах | | | | | | | | | | | | Оцінка за національною шкалою |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------------|
| 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | |
| 47-52 | 48-53 | 49-54 | 50-55 | 51-56 | 51-57 | 52-58 | 53-59 | 54-60 | 55-61 | 56-62 | 57-63 | Відмінно |
| 39-46 | 40-47 | 41-48 | 41-49 | 42-50 | 43-50 | 44-51 | 44-52 | 45-53 | 46-54 | 47-55 | 47-56 | Добре |
| 31-38 | 32-39 | 32-40 | 33-40 | 34-41 | 34-42 | 35-43 | 36-43 | 36-44 | 37-45 | 37-46 | 38-46 | Задовільно |

| Оцінка у балах | | | | | | | | | | | | Оцінка за національною шкалою |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------------|
| 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | |
| 58-64 | 59-65 | 60-66 | 60-67 | 61-68 | 62-69 | 63-70 | 64-71 | 65-72 | 66-73 | 67-74 | 68-75 | Відмінно |
| 48-57 | 49-58 | 50-59 | 50-59 | 51-60 | 52-61 | 53-62 | 53-63 | 54-64 | 55-65 | 56-66 | 56-67 | Добре |
| 38-47 | 39-48 | 40-49 | 40-49 | 41-50 | 41-51 | 42-52 | 43-52 | 43-53 | 44-54 | 44-55 | 45-55 | Задовільно |

| Оцінка у балах | | | | | | | | | | | | Оцінка за національною шкалою |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------------|
| 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | |
| 68-76 | 69-77 | 70-78 | 71-79 | 72-80 | 73-81 | 74-82 | 75-83 | 76-84 | 77-85 | 77-86 | 78-87 | Відмінно |
| 57-67 | 58-68 | 59-69 | 59-70 | 60-71 | 61-72 | 62-73 | 62-74 | 63-75 | 64-76 | 65-76 | 65-77 | Добре |
| 46-56 | 46-57 | 47-58 | 47-58 | 48-59 | 49-60 | 49-61 | 50-61 | 50-62 | 51-63 | 52-64 | 52-64 | Задовільно |