

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни

«СИСТЕМИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ»

Затверджено на засіданні кафедри
автоматизації, електро- та
робототехнічних систем (протокол № 1
від «03» вересня 2024 р.)

Запоріжжя 2024



УКЛАДАЧ(І):

- 1 Папаїка Юрій, доктор технічних наук, професор, професор кафедри автоматизації, електро- та робототехнічних систем;

УЗГОДЖЕНО:

Гарант освітньої програми
«Енергоефективні технології в
системах електрозабезпечення
гірничих та металургійних
підприємств»

Віктор ХІЛОВ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри

Олексій КОЙФМАН



1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Опис курсу

Системи інтелектуального електрозабезпечення (СІЕ) – це базова дисципліна професійного ядра освітньої програми «Енергоефективні технології в системах електрозабезпечення гірничих та металургійних підприємств», вивчення якої має на меті набуття здобувачем теоретичних знань та практичних навичок щодо опанування нової парадигми побудови електроенергетичних систем на основі концепції Smart Grid для потужних енергорайонів, промислових підприємств та мікромереж з джерелами розподіленої генерації.


Запропонований курс має високу *актуальність* у сучасному освітньому середовищі через концепцію низьковуглецевого розвитку у електрогенерації, процеси декарбонізації та децентралізації у системах електрозабезпечення та загрози військових та терористичних атак. Курс орієнтовано на підготовку фахівців, які прагнуть підвищувати енергетичну незалежність та надійність електрозабезпечення промислових підприємств. Він охоплює такі ключові теми, як пристрої інтелектуального електропостачання, адаптивні електричні мережі та пристрої керування та захисту електричних мереж.

Особливість дисципліни полягає в акценті на сучасних технологіях штучного інтелекту в області керування режимами генерації/споживання електроенергії та комплексному підході до формування теоретичного та практичного базису щодо їх ефективного впровадження у сучасні цифрові системи електрозабезпечення. Такий підхід, окрім іншого, забезпечується систематизацією та поєднанням отриманих раніше знань з теоретичної електротехніки та систем виробництва, розподілу та перетворення електроенергії. Набуті під час вивчення дисципліни знання є основою для таких прикладних сфер, як електроенергетика, енергетичний аудит, електромагнітна сумісність, диспетчеризація енергосистем тощо.

Для освітньо-професійної програми «Енергоефективні технології в системах електрозабезпечення гірничих та металургійних підприємств» освітній компонент СІЕ є обов'язковим, для інших програм цей курс може стати частиною індивідуальної траєкторії підготовки здобувача, що допоможе йому набутти професійно-орієнтованих компетентностей з синтезу та моделювання електричних режимів інтелектуальних електричних мереж промислових підприємств.

Вимоги:

- математичні знання та навички: елементарна математика, аналіз функцій, математична статистика, спектральний аналіз;
- знання та навички з основних законів і теорій електротехніки, електричних вимірювань та електричних машин;


- 
- знання та навички з систем виробництва, розподілу, транзиту та перетворення електроенергії;
 - наявність корпоративного облікового запису @nipolytech.education, Microsoft Teams, Word, Excel;
 - наявність особистого логіну та паролю в Moodle (для отримання або поновлення слід звернутися до деканату).

Програмні результати навчання:

- здатність генерувати нові ідеї (креативність);
- здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності);
- здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові та практичні методи для вирішення складних науково-технічних проблем і задач електроенергетики, електротехніки та електромеханіки;
- здатність застосовувати методи моделювання та оптимізації для дослідження та підвищення ефективності систем і процесів електрозабезпечення гірничих та металургійних підприємств;
- здатність застосовувати сучасні методи та підходи для розробки ефективної системи керування енергетичними ресурсами на гірничих та металургійних підприємствах; проводити модернізацію і впровадження нових технологій в електроенергетичній сфері.
- здатність розробляти, впроваджувати й експлуатувати системи електрозабезпечення гірничих та металургійних підприємств з використанням сучасних розробок у електроенергетичній галузі

Організація курсу, форми та методи навчання:

- Освітній процес будується як комбінація лекцій та самостійного вивчення навчального матеріалу на платформі Moodle – з одного боку, та проблемно орієнтованих практичних занять з відпрацювання аналітично-розрахункових навичок – з іншого.
- Відвідування лекційних занять є бажаним, однак не обов'язковим; від студентів очікується ознайомлення з матеріалом перед лекцією, що дозволить побудувати лекційне заняття, консолідуючи пояснення викладача та обговорення проблемних питань, які виникли при підготовці до лекції. При підготовці рекомендовано також використовувати наукові публікації за темою українською та англійською мовою, а також англійськомовні навчальні матеріали на платформі Kortext.
- Практичні заняття передбачають навчальні дискусії з аналізу умовно змодельованих ситуацій та реальних кейсів за матеріалами відкритого доступу, або розв'язання аналітично-розрахункових задач різних рівнів; їх відвідування є бажаним.

- 
- Студент має виконати індивідуальні завдання та модульні контрольні роботи у терміни, встановлені у розділі «Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання».
 - З урахуванням поточної ситуації від учасників освітнього процесу очікується виконання вимог безпеки при сигналі «Повітряна тривога», штрафні санкції за залишення заняття або неявку на заняття не застосовуються.
 - Опціонально доступні індивідуальні та групові консультації. З викладачем можна зв'язатися через електронну пошту, в чаті заняття або в персональній розмові в MS Teams.

Мова освітнього процесу: українська, англійська (як джерел статистичних даних, нормативних та довідкових документів, іноземних літературних джерел).



2 НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

Змістовий модуль 1. Принципи реалізації та побудови інтелектуальних електричних мереж

Тема 1. Вступ до курсу. Нормативно-правове забезпечення. Концепція Smart Grid

Предмет, мета та задачі курсу, зв'язок з іншими дисциплінами. Основні поняття та визначення. Основні закони та стандарти. Історична довідка про походження концепції Smart Grid. Основні принципи державної політики України в сфері інтелектуальної енергетики. Висновки.

Тема 2. Приклади реалізації інтелектуальних систем електрозабезпечення країн з розвинутою економікою

Основні положення. Реалізація системи інтелектуального електрозабезпечення Європейського союзу. Реалізація системи інтелектуального електрозабезпечення США. Реалізація системи інтелектуального електрозабезпечення Китаю. Висновки.

Тема 3. Трансформація енергетики України в інтелектуальну ресурсно-незалежну систему

Аналіз структури електро-енергетичної галузі України. Перспектива переходу до відновлюваних джерел енергії. Першочергові кроки для успішного енергетичного переходу. Висновки.

Тема 4. Відновлювані джерела енергії. Їхня роль у структурі інтелектуального електрозабезпечення


Реалізація «зеленої» енергетики в Україні. Проблеми, які перешкоджають швидкому переходу до відновлюваних джерел енергії. Приклади реалізованих проектів. Висновки.

Тема 5. Забезпечення стійкості режиму електроенергетичної системи при обмеженні генеруючих потужностей та транзитних ліній

Розкриття поняття «стійкість режиму» електроенергетичної системи. Статична, динамічна та результуюча стійкість. Стійкість вузлів навантаження гірничих та металургійних підприємств. Методи та можелі оцінки та збереження стійкості режиму. Висновки.

Тема 6. Робота систем електрозабезпечення гірничих та металургійних підприємств під час воєнних дій

Виклики та наслідки воєнних дій для систем електрозабезпечення промислових підприємств. Робота споживачів балансууючої групи для



підтримки режиму енергосистеми. Фіксація аварійних перехідних процесів при ураженні різними видами озброєння. Засоби захисту електрообладнання та швидкого відновлення електрозабезпечення об'єктів критичної інфраструктури. Висновки.

Тема 7. Цифрові підстанції

Загальні положення. Розкриття поняття «цифрова підстанція». Структурні схеми реалізації цифрових підстанцій. Переваги порівняно з традиційними технологіями. Висновки.

Тема 8. Використання електромобілів у якості споживачів-регуляторів

Основні положення. Принципи технології V2G. Переваги та недоліки технології. Проблема електропостачання та електромагнітної сумісності зарядних станцій. Висновки.

Змістовий модуль 2. Принципи експлуатації систем інтелектуального електрозабезпечення

Тема 9. Пристрої FACTS в інтелектуальних системах електрозабезпечення (частина 1).

Принципи роботи гнучких пристроїв керування електроспоживання. Технологія HVDC, принципи її реалізації. Перспективи застосування для Української енергетики. Висновки.

Тема 10. Пристрої FACTS в інтелектуальних системах електрозабезпечення (частина 2).


Принципи роботи швидкодіючих компенсаторів реактивної потужності. Технологія STATCOM, принципи її реалізації. Перспективи застосування для гірничих та металургійних підприємств України. Висновки.

Тема 11. Системи активної фільтрації в інтелектуальних системах електрозабезпечення

Теоретичні відомості. Пасивні фільтри. Активні фільтри. Гібридні фільтри. Схемні реалізації пристроїв активної фільтрації. Вибір параметрів активних фільтрів та перспективи застосування на гірничих та металургійних підприємствах. Висновки.

Тема 12. Оцінка резонансних явищ при роботі перетворювачів енергії

Розкриття поняття та проблеми резонансу напруги. Пояснення принципів перетворення електроенергії. Приклади фіксації резонансних явищ на реальних об'єктах в Україні. Висновки.



Тема 13. Оцінка проблеми електромагнітної сумісності у системах електрозабезпечення гірничих та металургійних підприємств

Унікальність технології виробництва на гірничих та металургійних підприємствах. Визначення основного електрообладнання. Аналіз показників електромагнітної сумісності. Способи підвищення якості електроенергії у системах електрозабезпечення. Висновки.

Тема 14. Технології ефективної компенсації реактивної потужності з інтелектуальними регуляторами

Теорія ефективних перетоків реактивної потужності (РП). Економія електроенергії при оптимальних значеннях реактивної потужності. Способи регулювання $\cos\phi$. Аналіз графіків РП до та після компенсації. Висновки.

Тема 15. Принципи реалізації систем автономного електрозабезпечення гірничих та металургійних підприємств

Загальний опис проблеми. Визначення споживачів критичної інфраструктури. Вибір джерел живлення. Приклади реалізації готових проектів. Висновки.

Тема 16. Системи захисту та автоматики

Загальний опис проблеми. Визначення необхідного об'єму пристроїв захисту. Конфігурація терміналів для нормальної та аварійної схеми електрозабезпечення. Приклади реалізації готових проектів. Висновки.

3 ОБСЯГ І СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ

| № з/п | Назви змістових модулів і тем | Кількість годин | | | | |
|--|--|-----------------|-----------|----------|----------|------------|
| | | Усього | В т.ч. | | | |
| | | | Л | П (С) | ЛР | СРС |
| Змістовий модуль 1. Принципи реалізації та побудови інтелектуальних електричних мереж | | | | | | |
| 1. | Вступ до курсу. Нормативно-правове забезпечення. Концепція Smart Grid | 7 | 2 | | | 5 |
| 2. | Приклади реалізації інтелектуальних систем електрозабезпечення країн з розвинутою економікою | 12 | 2 | 2 | | 8 |
| 3. | Трансформація енергетики України в інтелектуальну ресурсно-незалежну систему | 7 | 2 | | | 5 |
| 4. | Відновлювані джерела енергії. Їхня роль у структурі інтелектуального електрозабезпечення | 12 | 2 | | 2 | 8 |
| 5. | Забезпечення стійкості режиму електроенергетичної системи при обмеженні генеруючих потужностей та транзитних ліній | 11 | 2 | 2 | | 7 |
| 6. | Робота систем електрозабезпечення гірничих та металургійних підприємств під час воєнних дій | 11 | 2 | | 2 | 7 |
| 7. | Цифрові підстанції | 8 | 2 | | | 6 |
| 8. | Використання електромобілів у якості споживачів-регуляторів | 7 | 2 | | | 5 |
| Змістовий модуль 2. Принципи експлуатації систем інтелектуального електрозабезпечення | | | | | | |
| 9. | Пристрої FACTS в інтелектуальних системах електрозабезпечення (частина 1) | 7 | 2 | | | 5 |
| 10. | Пристрої FACTS в інтелектуальних системах електрозабезпечення (частина 2) | 12 | 2 | 2 | | 8 |
| 11. | Системи активної фільтрації в інтелектуальних системах електрозабезпечення | 7 | 2 | | | 5 |
| 12. | Оцінка резонансних явищ при роботі перетворювачів енергії | 11 | 2 | | 2 | 7 |
| 13. | Оцінка проблеми електромагнітної сумісності у системах електрозабезпечення гірничих та металургійних підприємств | 7 | 2 | | | 5 |
| 14. | Технології ефективною компенсації реактивної потужності з інтелектуальними регуляторами | 12 | 2 | | 2 | 8 |
| 15. | Принципи реалізації систем автономного електрозабезпечення гірничих та металургійних підприємств | 7 | 2 | | | 5 |
| 16. | Системи захисту та автоматики | 12 | 2 | 2 | | 8 |
| Усього годин | | 150 | 32 | 8 | 8 | 102 |

Тут і далі: Л – лекції, П (С) – практичні (семінарські) заняття, ЛР – лабораторні заняття, СРС – самостійна робота студентів.

4 ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ

4.1 Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання

| Тижні Види контроль. точок | Тижні | | | | | | | | | | | | | | | | Всього |
|----------------------------------|-------|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | |
| Робота на практичних заняттях | 5 | | | | | | | | 5 | | | | | | | | 10 |
| Робота на лабораторних заняттях | | | 5 | | 5 | | | | | | 5 | | 5 | | | | 20 |
| Складання індивідуальних завдань | | | | | | | 15 | | | | | | | | 15 | | 30 |
| Модульні контрольні роботи | | | | | | | | 20 | | | | | | | | 20 | 40 |
| Всього | 50 | | | | | | | | 50 | | | | | | | | 100 |

4.2 Зміст та вимоги до контрольних точок

| Назва контрольної точки | Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів |
|---------------------------------|--|
| Робота на практичних заняттях | <p>ПР №1. Аналіз положень та вимог концепції Smart Grid. ПР №2. Аналіз методів забезпечення стійкості режиму електроенергетичної системи ПР №3. Знайомство зі схемними рішеннями та режимами пристроїв FACTS. ПР №4. Елегазові розподільчі пристрої в схемах цифрових підстанцій.</p> <p>Оцінка за роботу на практичному занятті оголошується наприкінці заняття та може бути оскаржена одразу (максимум 5 балів):</p> <ul style="list-style-type: none"> – студент дав пряму і релевантну відповідь на поставлене питання з використанням обґрунтованого посилання на теоретичний матеріал та варіював відповіддю залежно від зміни вхідних умов, у т.ч. у вигляді додаткових запитань / зміг вербально стисло формалізувати сутність проблеми за ситуацією, ідентифікувати ключові складові та пріоритети вирішення, запропонував логічне розв'язання (3 бали); – ініціативність студента у роботі над проблемою, логічність і структурованість вербальної відповіді під час навчальної дискусії, здатність комунікувати у команді та під впливом негативних факторів, у т.ч. під тиском викладача та/або групи, вміння вести дискусію та бути критичним та самокритичним (2 бали). |
| Робота на лабораторних заняттях | <p>ЛР №1. Розробка автономних електрогенеруючих комплексів з відновлюваними джерелами енергії. ЛР №2. Створення карт оперативного перемикачів для переходу на аварійні системи електрозабезпечення. ЛР №3. Моделювання амплітудно-частотних характеристик вузлів навантаження гірничих та металургійних підприємств. ЛР №4. Конфігурація та налаштування інтелектуального регулятора реактивної потужності у шафі X-Line.</p> |

| Назва контрольної точки | Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів |
|----------------------------------|--|
| | <p>Підготовлена згідно методичних вказівок робота у форматі файлу *docx або *pdf розміщується у відповідному розділі дисципліни в Moodle та перевіряється протягом тижня після здачі. Оскарження оцінки може бути здійснене не пізніше двох тижнів з моменту оцінювання роботи.</p> <p><i>Критерії оцінювання виконання лабораторних робіт (максимум 5 балів):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 5 балів – всі дослід/розрахунки виконані релевантно, аналіз отриманих результатів повний та обґрунтований, звіт оформлений акуратно; • 4 бали – дослід/розрахунки виконані релевантно, аналіз отриманих результатів неповний, або звіт оформлений неохайно; • 3 бали – у дослід/розрахунках присутні певні помилки, або аналіз отриманих результатів неповний, звіт оформлений неохайно; • 1-2 бали – у дослід/розрахунках присутні певні помилки, аналіз отриманих результатів неповний, звіт оформлений неохайно. |
| Складання індивідуальних завдань | <p>IЗ №1. Дослідження проблематики виникнення резонансних явищ у сучасних умовах.</p> <p>IЗ №2. Дослідження проблематики електромагнітної сумісності в умовах гірничих та металургійних підприємств.</p> <p>Підготовлений згідно методичних вказівок звіт у форматі файлу *pdf або *pptx розміщується у відповідному розділі дисципліни в Moodle та перевіряється протягом тижня після здачі. Оскарження оцінки може бути здійснене не пізніше двох тижнів з моменту оцінювання роботи.</p> <p><i>Критерії оцінювання виконання індивідуального завдання (макс. 15 балів):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 11-15 балів – повна відповідність оцінці 9-10 балів, також ініціативність студента у роботі над вирішенням проблеми, логічність та структурованість вербальної відповіді під час презентації отриманих результатів в рамках навчальної дискусії, здатність комунікувати у команді та під впливом негативних факторів, у т.ч. під тиском викладача та/або групи, вміння вести дискусію та бути критичним та самокритичним; • 9-10 балів – матеріал завдання підготовлений та поданий логічно, повно й обґрунтовано, звіт оформлений акуратно та відповідно до вимог; • 7-8 балів – матеріал завдання підготовлений та поданий логічно, повно й обґрунтовано, але звіт оформлений неохайно; • 5-6 балів – матеріал завдання підготовлений та поданий не повно та/або не обґрунтовано, але звіт оформлений акуратно; • 3-4 балів – матеріал завдання підготовлений та поданий не повно та/або не обґрунтовано, звіт оформлений неохайно; • 1-2 бали – матеріал завдання підготовлений не повно, деякі розділи відсутні, звіт оформлений неохайно. |
| Модульні контрольні роботи | <p>МКР виконуються в Moodle під час останнього практичного заняття в модулі за 1 годину 10 хвилин. У разі неявки на таке заняття або неможливості виконання МКР з поважних причин допускається відкриття виконання МКР за погодженням з викладачем в інший час асинхронно. Кількість спроб складання МКР обмежується однією. Кожна модульна контрольна робота включає блок з 20-ти тестів у вигляді теоретичних завдань та розрахункових задач з матеріалу модуля (макс 20 балів). Тестові завдання являють собою тести множинного вибору з однією вірною відповіддю. Задачі передбачають виконання певних розрахунків та обрання вірної відповіді із запропонованих. Тести оцінюються за співпадінням з правильною відповіддю.</p> |

Додаткові зауваження щодо контрольних точок:

- студент може оскаржити отримані оцінки в порядку, передбаченому Положенням про організацію освітнього процесу ([Нормативні документи: Polytechnic \(metinvest.university\)](#)) та Положенням про політику та процедури врегулювання конфліктних ситуацій ([Академічні політики : Polytechnic \(metinvest.university\)](#));
- оцінки, отримані за роботу на практичних заняттях, не можуть бути

відпрацьовані або покращені, окрім процедури оскарження, оцінки за інші види поточного контролю можуть бути покращені за індивідуальною домовленістю з викладачем;

– викладач не має права знижувати оцінку за індивідуальне завдання або модульну контрольну роботу, якщо вони не були складені вчасно, однак в разі, якщо така робота була оцінена пізніше, ніж момент завершення теоретичного навчання у семестрі, то відповідна оцінка не враховується у рейтингу здобувачів освіти;

– використання штучного інтелекту (ШІ) не забороняється, оскільки релевантність пропозиції відомих застосунків ШІ суттєво залежить від обміркованої постановки питання й уточнюючих питань; однак в разі, якщо відповідь, отримана з використанням ШІ, не є комплексною або не відповідає за стилем і викладеними позиціями іншим частинам завдання, містить очевидно неправдиву інформацію, то оцінка за контрольну точку знижується.

4.3 Форма підсумкового контролю. Порядок визначення підсумкової оцінки

| Категорія | Варіант вивчення як обов'язкової | Варіант вивчення як вибіркової |
|--|--|---|
| Форма підсумкового контролю | Письмовий екзамен | Залік, тобто підсумкова оцінка вставляється як сума оцінок поточного контролю (контрольних точок) без проведення додаткових контрольних заходів |
| Умови допуску до підсумкового контролю | Не менше 35 балів; якщо здобувач освіти в результаті самооцінки академічного прогресу не впевнений, що набравши 35 балів за поточну успішність, складе іспит на 85 балів і вище, то він має підвищити власні результати поточного контролю до прийнятного рівня | Якщо сума оцінок за поточний контроль за семестр становить менше 60 балів, необхідно відпрацювати відповідні види контролю поточної успішності до звершення теоретичного навчання |
| Порядок визначення підсумкової оцінки | <p><i>Для варіанту заліку:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – якщо протягом семестру за результатами поточного контролю здобувач освіти набрав менше 60 балів, то під час екзаменаційної сесії йому надається змога отримати/покращити власний результат з усіх видів поточного контролю, крім активності на навчальних заняттях; – в разі, якщо протягом семестру за результатами поточного контролю або в процесі покращення власних результатів під час сесії здобувач освіти набрав більше 60 балів, йому виставляється фактична сума балів і оцінка «залік», в іншому випадку – «незалік». Перескладання у цьому разі допускається у встановлені терміни ліквідації академічної заборгованості. <p><i>Для варіанту екзамену:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – підсумкова оцінка (ПО) визначається як середнє арифметичне поточної успішності з навчальної дисципліни (О) та оцінки, отриманої під час іспиту (І). В разі, якщо оцінка, отримана на іспиті, менше 60 балів, підсумкова оцінка дорівнює оцінці іспиту: $\begin{cases} \text{ПО} = \frac{0 + I}{2}, & \text{якщо } I \geq 60 \\ I, & \text{якщо } I < 60 \end{cases}$ | |


| | |
|------------------------------|--|
| Порядок проходження екзамену | Екзамен складається в Moodle у визначений розкладом екзаменаційної сесії період; до складу завдань екзамену (100 балів) входять 6 тестових завдань множинного вибору з однією вірною відповіддю (по 10 балів) та 2 задачі, які передбачають виконання розрахунків або обґрунтування порядку розв'язання проблеми (по 20 балів). Екзамен оцінює розуміння теоретичних підходів та володіння методологічним інструментарієм щодо аналізу процесів та систем за проблематикою всього курсу. На складання екзамену надається 2 спроби. Порядок оскарження екзаменаційної оцінки визначений у розділі 10 Положення про організацію освітнього процесу (Нормативні документи: Polytechnic (metinvest.university)). |
|------------------------------|--|

Відповідність між прийнятими в університеті шкалами оцінки наведена в таблиці.

| Бальна шкала | Рівні | Характеристика | Традиційні шкали | |
|--------------|-------|--|------------------|---------|
| | | | Іспит | Залік |
| 90-100 | A | Студент демонструє видатний рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни, що засвідчують його безумовну готовність до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом | Відмінно | Залік |
| 82-89 | B | Студент виявляє вищий за середній рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях присутні незначні помилки | Добре | |
| 75-81 | C | Студент виявляє середній рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях присутні деякі значущі помилки | | |
| 67-74 | D | Студент виявляє задовільний рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях наявні суттєві помилки | Задовільно | |
| 60-66 | E | Наявні мінімально достатні для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом результати вивчення навчальної дисципліни | | |
| 35-59 | FX | Низка запланованих результатів навчання не досягнуті. Рівень наявних результатів навчання є недостатнім для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом | Незадовільно | Незалік |
| 0-34 | F | Результати навчання відсутні або критично низькі | | |

4.4 Особливі підходи до визнання результатів навчання

– У разі, якщо дисципліна є обов'язковою для здобувача освіти, і він засвоїв повністю або частково відповідні програмні результати навчання під час отримання освіти на попередніх або такому ж рівні (дисципліни «Основи виробництва електроенергії», «Джерела енергії», «Технології виробництва електроенергії» та ін.), то кредити та оцінка з дисципліни може бути перезарахована в порядку, передбаченому Положенням про організацію освітнього процесу ([Нормативні документи: Polytechnic \(metinvest.university\)](#)). Консультацію з даного



питання можна отримати у викладача, куратора групи або гаранта освітньої програми, завідувача кафедри, за якою закріплено цю дисципліну;

– У разі, якщо здобувач освіти обрав цю дисципліну як дисципліну вільного вибору, не зважаючи на той факт, чи вивчалася вона раніше, оцінка та кредити з цієї дисципліни не перезараховуються;

– У разі, якщо здобувач освіти хотів би самостійно вивчити певні курси з проблематики систем виробництва електроенергії (наприклад, Coursera, UdeMy або інших платформ, у т.ч. платформ відкритих курсів вітчизняних та/або закордонних університетів), то 1) доцільно звернутися до списку рекомендованих вебресурсів або проконсультуватися з викладачем на предмет релевантності самостійно знайденого освітнього ресурсу програмі дисципліни; 2) у разі успішності опанування такого курсу, яке підтверджується сертифікатом або іншим способом, такому здобувачу у порядку, визначеному Положенням про визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті ([Нормативні документи: Polytechnic \(metinvest.university\)](#)), такі результати можуть бути зараховані замість оцінки з певного виду поточного контролю;

– У разі, якщо здобувач освіти реалізував певний вид наукової роботи (тези, стаття, результативна участь у студентській олімпіаді тощо), то у порядку, визначеному Положенням про визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті ([Нормативні документи: Polytechnic \(metinvest.university\)](#)), такі результати можуть бути зараховані замість оцінки з певного виду поточного або навіть підсумкового контролю; консультацію з питань визнання результатів неформальної та інформальної освіти можна отримати в уповноваженої особи від кафедри, яка викладає дисципліну; перелік таких осіб можна знайти за посиланням [Студентам: Polytechnic \(metinvest.university\)](#).

5 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

Базові

1. Трансформація енергетики України в інтелектуальну ресурсно-незалежну систему: Е45 / Г. Г. Півняк та ін. Дніпро : Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», 2022. 55 с.
2. Pivnyak G. G., Zhezhelenko I. V., Papaika Y. A. Transients in Electric Power Supply Systems. Switzerland : Trans Tech Publications Ltd, 2016. 382 p.
3. ENTSO-E, ENTSO-G Overview of the selected / proposed gas and electricity TYNDP 2018 2040 story lines. Entso-E, 2016. 11 с.



(Препринт / ENTSO-E AISBL. Avenue de Cortenbergh 100, 1000 Brussels, Belgium). URL: <https://www.entsoe.eu/>.

4. Півняк Г. Г., Жежеленко І. В., Папаїка Ю. А. Енергетична ефективність систем електропостачання. Дніпро: НТУ «ДП», 2018. 149 с.
5. Півняк Г. Г., Жежеленко І. В., Трофімов Г. Г., Папаїка Ю. А. Реактивна потужність в електричних мережах. Дніпро : НТУ «ДП», 2020. 72 с.
6. Півняк Г. Г., Кириленко О. В., Азюковський О. О., Папаїка Ю. А., Луценко І. М. Перехідні процеси в системах електропостачання. 6-те вид., доопрац. та допов. Дніпро : Грані, 2024. 712 с.
7. Кириленко О. В., Півняк Г. Г., Азюковський О. О., Папаїка Ю. А., Луценко І. М. Стійкість режиму енергосистеми з розподіленою генерацією. Дніпро : Грані, 2024, 284 с.

Додаткові

1. Інтелектуальні електричні мережі: елементи та режими / за заг. ред. О. В. Кириленка. Київ : Ін-т електродинаміки НАН України, 2016. 400 с.
2. Kathiresh M., Mahaboob Subahani A., Kanagachidambaresan G. R. Integration of Renewable Energy Sources with Smart Grid. Wiley, 2021. URL: <https://read.kortext.com/library/books/1043253>.
3. Smart Electrical Grid System. Taylor and Francis, 2021. 278 p. URL: <https://read.kortext.com/library/books/1929270>.
4. Ye Feng, Qian Yi, Hu Rose Qingyang. Smart Grid Communication Infrastructures. 1st Edition. Wiley, 2017. 307 p. URL: <https://read.kortext.com/inventory/search/911697>.
5. Belu R. Smart Grid Fundamentals. 1st Edition. Taylor and Francis, 2022. 487 p. URL: <https://read.kortext.com/inventory/search/1701166>.
6. Pivnyak G. G., Zhezhelenko I. V., Papaika Yu. A. Estimating economic equivalent of reactive power in the systems of enterprise power supply. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2016. №5. P. 62-66.
7. Pivnyak G. G., Zhezhelenko I. V., Papaika Yu. A., Lysenko O. H. Interharmonics in power supply systems. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2017. № 6. P. 109-114.
8. Kosobudzki G., Rogoza M., Lysenko O., Papaika Y. Frequency and Parametric Characteristics of Direct Current Pulse Conversion Filter of a Contactless Locomotive. *14 th Selected Issues of Electrical Engineering and Electronics (WZEE)*. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1109/WZEE.2018.8748987>.
9. Papaika Yu. A., Lysenko O. G., Rodna K. S., Shevtsova O. S. Information technologies in modeling operation modes of mining dewatering plant based on economic and mathematical analysis.

- 
- Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2020. №4. P. 82-87. DOI: <https://doi.org/10.33271/nvngu/2020-4/082>.
10. Papaika Yu. A., Lysenko O. H., Koshelenko Ye. V., Olishevskiy I. H. Mathematical modeling of power supply reliability at low voltage quality. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 2021. №2. P. 97–103. DOI: <https://doi.org/10.33271/nvngu/2021-2/097>.
 11. Bublikov A. V., Pilov P. I., Pryadko N. S., Papaika Yu. A., Ternova K. V. Automatic control of jet grinding on the basis of acoustic monitoring of mill operating zones. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 2021. №4. P. 29–34. DOI: <https://doi.org/10.33271/nvngu/2021-4/029>.
 12. Pivnyak G., Gruhler G., Bublikov A., Papaika Y., Voskoboinyk Y. Classification of heating conditions in terms of smart control of indoor heating with the use of uncontrolled electric heaters. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 2022. №4. P. 78–83. DOI: <https://doi.org/10.33271/nvngu/2022-4/078>.
 13. Pivnyak G., Azukovskiy O., Papaika Yu., Careres Cabana E., Olczak P., Dyczko A. Assessment of power supply energy efficiency by voltage quality criterion. *Rynek Energii*. 2021. № 4(155). С. 75-84.
 14. Pivniak H., Aziukovskiy O., Papaika Yu., Lutsenko I., Neuberger N. Problems of development of innovative power supply systems of Ukraine in the context of European integration. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 2022. № 5. P. 89-103. DOI: <https://doi.org/10.33271/nvngu/2022-5/089>.
 15. Aziukovskiy O. O., Papaika Y. A., Gorev V. N., Babenko N. V. Regulations of the formation of protective potential of underground steel pipelines under conditions of heterogeneous environment. *Technical Electrodynamics*. 2024. № 2. P. 23–29. DOI: <https://doi.org/10.15407/techned2024.02.023>.

Web-ресурси

1. Міністерство палива та енергетики України : веб-сайт. URL: <https://mev.gov.ua/> (дата звернення: 17.09.2024).
2. Державне агентство енергоефективності та енергозбереження України : веб-сайт. URL: <https://sae.gov.ua/uk> (дата звернення: 17.09.2024).
3. Міжнародне агентство з енергетики : веб-сайт. URL: <https://www.iea.org/> (дата звернення: 17.09.2024).
4. Державна служба статистики. Енергетика : веб-сайт. URL: <https://ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 17.09.2024).

5. Енергетика України : веб-сайт. URL: <https://ua-energy.org/> (дата звернення: 17.09.2024).
6. Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг. Електроенергія. Промисловість : веб-сайт. URL: <https://www.nerc.gov.ua/sferi-diyalnosti/elektroenergiya/promislovist> (дата звернення: 17.09.2024).
7. Міністерство фінансів України. Тарифи на електроенергію для підприємств : веб-сайт. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/tariff/electric/prom/> (дата звернення: 17.09.2024).
8. Українська енергетична біржа : веб-сайт. URL: <https://www.ueex.com.ua/> (дата звернення: 17.09.2024).
9. Звіти з оцінки відповідності (достатності) генеруючих потужностей НЕК «Укренерго» : веб-сайт. URL: <https://ua.energy/zvit-z-otsinky-vidpovidnosti-dostatnosti-generuyuchykh-potuzhnostej/> (дата звернення: 17.09.2024).
10. Добовий графік виробництва/споживання електроенергії : веб-сайт. URL: https://ua.energy/?page_id=5591 (дата звернення: 17.09.2024).
11. Прогноз виробництва ВДЕ : веб-сайт. URL: <https://ua.energy/prognoz-vyrobnytstva-vde/> (дата звернення: 17.09.2024).
12. Оператор ринку електроенергії : веб-сайт. URL: <https://www.oree.com.ua/> (дата звернення: 17.09.2024).
13. Heavy Industry Decarbonisation and Energy Transition : Udemy : веб-сайт. URL: <https://www.udemy.com/course/decarbonisation-and-energy-transition-industry/> (дата звернення: 17.09.2024).
14. Ultimate Electrical Power System Engineering Masterclass : Udemy : веб-сайт. URL: <https://www.udemy.com/course/ultimate-electrical-power-system-engineering-masterclass> (дата звернення: 17.09.2024).
15. Міністерство освіти і науки України : веб-сайт. URL: <https://mon.gov.ua/> (дата звернення: 17.09.2024).
16. Національна бібліотека України ім. Вернадського. : веб-сайт. URL: www.nbuv.gov.ua (дата звернення: 17.09.2024).
17. Національна бібліотека України імені Ярослава Мудрого. : веб-сайт. URL: <https://nlu.org.ua/> (дата звернення: 17.09.2024).
18. Kortext : веб-сайт. URL: <https://kortext.com/> (дата звернення: 16.09.2024).
19. Research4life : веб-сайт. URL: <https://portal.research4life.org/> (дата звернення: 16.09.2024).
20. Інституційний репозитарій ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» : веб-сайт. URL:



<https://dspace.mipolytech.education/home>

(дата звернення:

16.09.2024).

21. Центральна державна науково-технічна бібліотека гірничо-металургійного комплексу України : веб-сайт. URL: <http://cgntb.dp.ua/> (дата звернення: 16.09.2024).

1

6 АКАДЕМІЧНІ ПОЛІТИКИ

Як член спільноти Технічного університету «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» Ви маєте дотримуватися певних стандартів та академічної політики:


– **Академічна недоброчесність** у вигляді академічного плагіату; фабрикації; фальсифікації; списування; обману; хабарництва; необ'єктивного оцінювання; надання здобувачам освіти під час проходження ними оцінювання результатів навчання допомоги чи створення перешкод, не передбачених умовами та/або процедурами проходження такого оцінювання; впливу у будь-якій формі (прохання, умовляння, вказівка, погроза, примушування тощо) на педагогічного (науково-педагогічного) працівника з метою здійснення ним необ'єктивного оцінювання результатів навчання – прямо заборонено (докладніше про це – у Положенні про академічну доброчесність здобувачів вищої освіти та науково-педагогічних працівників ТОВ ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»); і в разі виявлення – **відповідний захід контролю (контрольну точку) буде оцінено в 0 балів з наступним повідомленням декану факультету та голові комісії з академічної доброчесності Університету.**

– У разі випадку надання здобувачам освіти під час проходження ними оцінювання результатів навчання допомоги чи створення перешкод, не передбачених умовами та/або процедурами проходження такого оцінювання; впливу у будь-якій формі (прохання, умовляння, вказівка, погроза, примушування тощо) на педагогічного (науково-педагогічного) працівника з метою здійснення ним необ'єктивного оцінювання результатів навчання студент може оскаржити процедури оцінювання за процедурами, передбаченими Положенням про організацію освітнього процесу (розділ 10).

– Матеріали в рамках курсу, захищені авторським правом, можуть бути використані тільки здобувачами освіти, яким призначено даний курс і для цілей, пов'язаних з цим курсом, і не можуть поширюватися.

– Спілкування з однокурсниками та викладачем має бути професійним та ввічливим.

– Очікується, що Ви перевірятимете всі Ваші письмові



повідомлення, включаючи поштові повідомлення та повідомлення у MS Teams на коректність змісту та мови.

– Університет прагне підтримувати середовище, вільне від дискримінації або дискримінаційних домагань, спрямованих на будь-яку людину або групу в межах своєї спільноти – здобувачів освіти, співробітників або відвідувачів.

Докладніше про академічні політики стосовно етичності поведінки, академічної доброчесності та протидію булінгу можна дізнатися за посиланням: [Академічні політики - Polytechnic \(metinvest.university\)](https://metinvest.university)