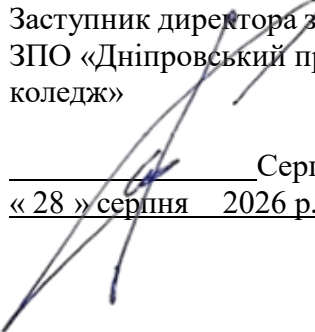


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАКЛАД ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ
«ДНІПРОВСЬКИЙ ПРОФЕСІЙНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ КОЛЕДЖ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник директора з навчально-методичної роботи
ЗПО «Дніпровський професійний технологічний коледж»


Сергій ЮРЧЕНКО
« 28 » серпня 2026 р.



МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до проведення підсумкового контролю (диференційованого заліку) з дисципліни

ЕЛЕКТРОТЕХНІКА З ОСНОВАМИ ЕЛЕКТРОНІКИ

Рівень освіти: Фахова передвища освіта (ОПС «Фаховий молодший бакалавр»)
Галузь знань: 13 Механічна інженерія - G Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність: 131 - G9 - Прикладна механіка

Викладач - Володимир ПУСТОВОЙТ

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА МЕТА КОНТРОЛЮ

Підсумковий контроль з дисципліни «Електротехніка з основами електроніки в прикладній механіці» проводиться у формі **диференційованого заліку (екзамену)** наприкінці 2-го семестру. Метою контролю є комплексна перевірка теоретичних знань та інженерно-практичних навичок, набутих здобувачами протягом вивчення курсу (90 годин, 3 кредити ЕКТС).

Екзамен спрямований на перевірку фахових компетентностей (ЗК6, ЗК7, СК3, СК6), що передбачають здатність здійснювати вибір електромеханічного обладнання верстатів, читати схеми та локалізувати несправності.

2. ФОРМАТ ПРОВЕДЕННЯ ЕКЗАМЕНУ

Екзамен проводиться у письмовій формі за екзаменаційними білетами. Тривалість написання роботи становить **90 хвилин** (2 академічні години).

Структура екзаменаційного білета:

Кожен білет містить 3 завдання різного рівня складності, які охоплюють усі три модулі робочої програми:

- **Завдання 1 (Рівень 1):** Теоретичне питання репродуктивного характеру (базові закони, будова машин).
- **Завдання 2 (Рівень 2):** Аналітичне питання (пояснення процесів, порівняння характеристик апаратів).
- **Завдання 3 (Рівень 3):** Практичний інженерний кейс (вирішення виробничої задачі, розрахунок або troubleshooting).

Під час написання екзамену здобувачам **дозволяється** використовувати непрограмовані калькулятори та надані викладачем довідкові таблиці (витяги з ПУЕ, каталоги магнітних пускачів та теплових реле). Користуватися мобільними телефонами та власними конспектами **суворо заборонено**.

3. ПОРЯДОК ФОРМУВАННЯ ПІДСУМКОВОЇ ОЦІНКИ

Згідно з робочою програмою, дисципліна оцінюється за 100-бальною шкалою. Максимальна кількість балів, яку здобувач може отримати безпосередньо на підсумковому екзамені, становить **30 балів**. Інші 70 балів накопичуються протягом семестрів (практичні роботи — 40 б., МКР — 30 б., СРС — 10 б., з урахуванням пропорцій робочої програми).

4. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОГО БІЛЕТА (МАКС. 30 БАЛІВ)

Оцінювання кожного завдання з білета здійснюється диференційовано за наведеними нижче критеріями. Максимальна оцінка за білет складає 30 балів (5 + 10 + 15).

Завдання 1. Репродуктивний рівень (макс. 5 балів)

Бали	Характеристика відповіді
5	Повна, точна та вичерпна відповідь. Правильно наведено формулювання законів, термінів, безпомилково описана будова обладнання.
3 - 4	Відповідь в цілому правильна, але містить незначні неточності в термінології або упущення несуттєвих деталей будови.
1 - 2	Фрагментарні знання. Здобувач плутає базові поняття (напр., струм та напругу), наводить лише частину визначення.
0	Відповідь відсутня або абсолютно неправильна.

Завдання 2. Аналітичний рівень (макс. 10 балів)

Бали	Характеристика відповіді
9 - 10	Глибокий аналіз фізичних процесів. Здобувач логічно пояснює принцип дії, вірно будує графіки/векторні діаграми, порівнює характеристики.
6 - 8	Достатнє розуміння процесів, але наявні помилки при побудові графіків або недостатньо аргументоване порівняння.
3 - 5	Суть процесу розкрито поверхово. Здобувач зазубрив текст, але не може пояснити взаємозв'язок параметрів (напр., частоти та швидкості).
0 - 2	Грубі помилки в розумінні принципів роботи електроапаратів чи схем.

Завдання 3. Практичний інженерний кейс (макс. 15 балів)

Бали	Характеристика виконання розрахунку / алгоритму
13 - 15	Кейс вирішено повністю. Правильно підібрано формули, розрахунки безпомилкові, електротехнічне обладнання обрано вірно з урахуванням ПУЕ. Сформульовано фаховий висновок.
9 - 12	Алгоритм рішення правильний, але допущено арифметичну помилку, або обрано найближчий невірний номінал апарата захисту.

5. ПЕРЕЛІК ЕКЗАМЕНАЦІЙНИХ ПИТАНЬ

РІВЕНЬ 1: Базова теорія (Репродуктивний рівень)

Ці питання перевіряють здатність здобувача відтворювати фундаментальні знання, терміни, закони та розуміти базову будову електротехнічних пристроїв. (Питання 1-10)

1. Сформулюйте закон Ома для ділянки та для повного кола постійного струму. Запишіть формули.
2. Сформулюйте перший та другий закони Кірхгофа. Для чого вони застосовуються?
3. Дайте визначення змінного струму. Назвіть його основні параметри (амплітуда, частота, період, діюче значення).
4. Що таке активна, реактивна та повна потужність у колах змінного струму? У яких одиницях вони вимірюються?
5. Поясніть способи з'єднання споживачів «зіркою» та «трикутником» у трифазній системі. Які співвідношення між лінійними та фазними струмами і напругами?
6. Сформулюйте закон електромагнітної індукції Фарадея-Максвелла.
7. Опишіть основну будову однофазного трансформатора (осердя, первинна та вторинна обмотки).
8. Що таке коефіцієнт трансформації? Як він визначається?
9. Опишіть будову статора та ротора асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором.
10. Що таке ковзання в асинхронному двигуні? Запишіть формулу для його визначення.

Методична порада: Відповідь на питання першого рівня має бути лаконічною. Достатньо 3-5 речень та наведення відповідної формули (якщо вона передбачена законом).

(Питання 11-20)

11. Назвіть основні частини машини постійного струму. Яку роль відіграє колекторно-щітковий вузол?
12. Перелічіть типи машин постійного струму за способом збудження (незалежне, паралельне, послідовне, змішане).
13. Для чого призначений магнітний пускач (контактор) у системі керування верстатом? Назвіть його основні елементи.
14. Яке призначення теплового реле в схемах керування електродвигунами?
15. Для чого використовується автоматичний вимикач? Які типи розчеплювачів у ньому встановлюються?
16. Що таке електронно-дірковий (p-n) перехід? Назвіть його головну властивість.
17. Дайте визначення напівпровідниковому діоду. Накресліть його умовне графічне позначення.
18. Що таке біполярний транзистор? Назвіть його виводи (емітер, база, колектор).
19. Назвіть базові логічні вентиля (І, АБО, НІ) цифрової електроніки. Які функції вони виконують?
20. Що таке мікропроцесор? Перелічіть його основні блоки (АЛП, регістри, пристрій керування).



РІВЕНЬ 2: Аналітичний рівень (Розуміння процесів)

Ці питання вимагають від здобувача пояснення фізичної суті процесів, порівняння характеристик та аналізу режимів роботи обладнання. (Питання 1-10)

1. Поясніть фізичний зміст спаду напруги в лініях електропередач. Чому для передачі великої потужності підвищують напругу, а не струм?
2. Проаналізуйте векторну діаграму (трикутник потужностей). Чому низький коефіцієнт потужності ($\cos \varphi$) є економічно невигідним для підприємства?
3. Поясніть принцип дії трансформатора. Чому трансформатор не може працювати в колах постійного струму?
4. Порівняйте режими холостого ходу та короткого замикання трансформатора. Для чого їх досліджують?
5. Поясніть механізм утворення обертового магнітного поля в статорі трифазного асинхронного двигуна.
6. Проаналізуйте механічну характеристику асинхронного двигуна (залежність M від s). Вкажіть зони стійкої та нестійкої роботи.
7. Поясніть суть частотного регулювання швидкості обертання шпинделя верстата. Чому при зміні частоти потрібно пропорційно змінювати напругу ($U/f = \text{const}$)?
8. Порівняйте пускові характеристики асинхронного двигуна з короткозамкненим та фазним ротором. Коли доцільно застосовувати останній?
9. Поясніть явище "реакції якоря" в двигунах постійного струму. Як воно впливає на комутацію і як його компенсують?
10. Чому двигун постійного струму з послідовним збудженням категорично заборонено запускати без навантаження (на холостому ходу)?

Методична порада: При відповіді на питання цього рівня рекомендується використовувати схеми, ескізи графіків або векторні діаграми для підкріплення своїх аргументів.

(Питання 11-20)

11. Проаналізуйте відмінності між тепловим реле та електромагнітним розчеплювачем автомата. Чому для захисту двигуна необхідні обидва апарати?
12. Поясніть принцип дугогасіння у сучасних автоматичних вимикачах (роль дугогасної решітки).
13. Порівняйте однонапівперіодну та бруківку (мостову) схеми випрямлення змінного струму. У чому перевага мостової схеми?
14. Поясніть призначення та фізику роботи згладжувального ємнісного фільтра у блоках живлення.
15. Чому в сучасних частотних перетворювачах для комутації великих струмів використовують IGBT-транзистори замість звичайних біполярних?
16. Поясніть принцип роботи операційного підсилювача (ОП). Чому він має дуже високий вхідний опір?
17. Проаналізуйте схему неінвертувального підсилювача на базі ОП. Як резистори зворотного зв'язку впливають на коефіцієнт підсилення?
18. Поясніть принцип перетворення аналогового сигналу (від термопари) у цифровий код за допомогою АЦП. Від чого залежить точність перетворення?
19. Проаналізуйте таблицю істинності логічного елемента АБО (OR). Наведіть приклад його застосування в пневматиці (паралельне включення кнопок).
20. Поясніть базову архітектуру системи ЧПК. Як мікропроцесор взаємодіє з портами вводу (від датчиків) та виводу (на приводи)?



РІВЕНЬ 3: Практичні інженерні кейси

Цей блок перевіряє здатність розв'язувати реальні задачі з виробництва, підбирати обладнання та знаходити несправності. (Кейси 1-7)

1. **Кейс:** На ділянці потрібно підключити сушильну шафу (активне навантаження, 220 В, 4.5 кВт). Відстань до щитка — 40 м. Розрахуйте струм та підберіть переріз мідного кабелю за умовою допустимої втрати напруги (не більше 5%).
2. **Кейс:** Група верстатів споживає 30 кВт активної потужності при $\cos \varphi = 0.6$. Розрахуйте необхідну потужність конденсаторної установки (Q_c), щоб підвищити $\cos \varphi$ до 0.95.
3. **Кейс:** Для живлення кола керування (110 В, 150 ВА) та лампи освітлення верстата (24 В, 60 Вт) від мережі 380 В необхідно підібрати понижувальний трансформатор серії ОСМ. Розрахуйте повну потужність та вкажіть його повне маркування.
4. **Кейс:** Асинхронний двигун механізму подачі ($P = 2.2$ кВт, $U = 380$ В, $\cos \varphi = 0.82$, $\eta = 0.85$) вимикається через 10 хвилин роботи. Механік підозрює невірне налаштування теплового реле. Розрахуйте номінальний струм двигуна та вкажіть правильний струм уставки реле.
5. **Кейс:** Токарний верстат оснащено головним приводом з асинхронним двигуном ($p=2$ пари полюсів). Оператор за допомогою частотного перетворювача встановив частоту 35 Гц. Розрахуйте синхронну частоту обертання поля за цих умов.
6. **Кейс:** При різкому реверсуванні сервоприводу подачі (двигун постійного струму) на колекторі виникає сильне іскріння (круговий вогонь). Складіть алгоритм пошуку механічних та електричних причин цієї несправності.
7. **Кейс:** Розрахуйте пусковий струм трифазного двигуна насоса ЗОР ($I_{\text{ном}} = 3.5$ А, кратність пускового струму $K_i = 6.5$). Підберіть номінал та характеристику автоматичного вимикача, який не спрацює хибно під час пуску.

Вимога до оформлення кейсу: Розв'язок має містити "Дано", вихідні формули, підстановку значень, обчислення результату з одиницями виміру та текстовий висновок.

(Кейси 8-14)

8. **Кейс:** Розробляється блок живлення для пневморозподільників (24 В, постійний струм 4 А). Накресліть принципову схему мостового випрямляча зі згладжувальним конденсатором та розрахуйте ємність конденсатора, якщо допустима амплітуда пульсацій становить 1.2 В (частота пульсацій 100 Гц).
9. **Кейс:** Сигнал від тензодатчика верстата становить 20 мВ. Для подачі на АЦП контролера необхідний сигнал 5 В. Накресліть схему неінвертувального операційного підсилювача та розрахуйте номінали резисторів зворотного зв'язку (задайте $R_1 = 1 \text{ кОм}$).
10. **Кейс:** На фрезерному верстаті з ЧПК не обертається шпиндель. На дисплеї ПЛК світиться помилка "Drive Fault". Опишіть алгоритм перевірки силового кола трифазного двигуна за допомогою мультиметра (перевірка обмоток на обрив та пробій на корпус).
11. **Кейс:** Необхідно реалізувати безпечний запуск преса: рух вниз можливий лише за умови одночасного натискання кнопок Кн1 і Кн2, а також спрацювання датчика закритого захисного екрану (Д1). Запишіть логічне рівняння системи та накресліть структурну схему з логічних вентилів.
12. **Кейс:** Вимірний струм у фазі працюючого двигуна конвеєра становить 12 А (за паспортом $I_{\text{ном}} = 8 \text{ А}$). Корпус двигуна нагрівся до 85°C . Назвіть можливі механічні та електричні причини перевантаження. Які ваші дії як механіка?
13. **Кейс:** У цеху є трифазна мережа (380 В лінійна). Необхідно підключити три однофазні нагрівачі по 2 кВт кожний. Замалюйте схему з'єднання нагрівачів «зіркою» з нульовим проводом. Чому обрив нульового проводу в такій схемі може бути небезпечним, якщо потужність нагрівачів буде різною?
14. **Кейс:** Для реверсування трифазного асинхронного двигуна використовують два магнітні пускачі. Накресліть фрагмент силової електричної схеми реверсу. Поясніть, для чого застосовується електричне блокування в колах котушок пускачів.

(Кейси 15-20)

- 15. Кейс:** В системі ЧПК аналого-цифровий перетворювач (АЦП) має розрядність 10 біт і вимірює напругу датчика положення від 0 до 10 В. Розрахуйте точність вимірювання (крок квантування) цього АЦП. Чи достатньо цього для позиціонування з точністю до 10 мВ?
- 16. Кейс:** Електромагнітне гальмо кранової балки живиться від однонапівперіодного випрямляча без фільтра. Механік скаржиться на сильне гудіння та вібрацію гальма. Поясніть фізичну причину явища (форма випрямленого струму) та запропонуйте модернізацію схеми живлення.
- 17. Кейс:** На шильдику двигуна вказано « Δ/Y 220/380В». Напруга цехової мережі становить 380 В (лінійна). За якою схемою потрібно з'єднати обмотки статора у клемній коробці двигуна? Замалюйте розташування перемичок у коробці (борні).
- 18. Кейс:** Під час технічного обслуговування верстата механік виявив, що провід заземлення відірвався від корпусу. Поясніть наслідки такої ситуації у випадку пробою ізоляції фазного проводу на корпус. Замалюйте схему проходження струму при дотику людини до незаземленого корпусу.
- 19. Кейс:** Оптичний енкодер на шпинделі генерує 1024 імпульси на один оберт. Частота обертання шпинделя становить 1500 об/хв. Розрахуйте частотуходження імпульсів (у Герцах), яку повинен встигати зчитувати мікроконтролер ЧПК.
- 20. Кейс:** Частотний перетворювач (інвертор) генерує напругу для двигуна методом широтно-імпульсної модуляції (ШІМ). Замалюйте ескіз графіка напруги ШІМ та поясніть, як зміна ширини імпульсів впливає на діюче значення напруги на обмотках двигуна.



6. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЗДОБУВАЧАМ ЩОДО ПІДГОТОВКИ

Алгоритм успішної підготовки до екзамену:

- Опрацюйте конспекти лекцій та матеріали Google Classroom. Зверніть увагу на базові формули (Закон Ома, розрахунок потужності, розрахунок частоти обертання поля).
- Перегляньте виконані протягом семестру Практичні роботи та кейси СРС. Завдання 3-го рівня в білетах є їхніми прямими аналогами з іншими числовими даними.
- Навчіться швидко користуватися довідковими таблицями (ПУЕ). Ви маєте знати, у якій колонці шукати струми для мідних чи алюмінієвих кабелів.

Розподіл часу на екзамені (90 хвилин):

Етап	Рекомендований час	Порада
Ознайомлення	5 хвилин	Уважно прочитайте всі завдання. Розпочніть з того, у якому впевнені найбільше.
Теорія (Завдання 1)	15 хвилин	Пишіть чітко, без зайвої "води". Головне — суть, термін або формула.
Аналітика (Завдання 2)	25 хвилин	Обов'язково додайте ескіз або схему. Це показує ваше розуміння краще за текст.
Кейс (Завдання 3)	40 хвилин	Розпишіть всі етапи розрахунку. Якщо ви помилитесь у фінальній цифрі, але хід розв'язку вірний — ви отримаєте більшість балів.
Перевірка	5 хвилин	Перевірте одиниці виміру (В, А, кВт, мкФ).

Пам'ятка щодо оформлення схем: Всі електричні схеми в екзаменаційній роботі (навіть ескізи) мають бути виконані охайно, з використанням лінійки, із дотриманням пропорцій стандартних умовних графічних позначень (УДО).

7. ЗРАЗОК ЕКЗАМЕНАЦІЙНОГО БІЛЕТА

Нижче наведено приклад того, як виглядає реальний екзаменаційний білет, що видається здобувачу у день складання підсумкового контролю.

ЗАКЛАД ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ «ДПТК»

ОПС «Фаховий молодший бакалавр», спеціальність 131 «Прикладна механіка»

Дисципліна: **Електротехніка з основами електроніки**

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 12

Завдання 1 (5 балів):

Сформулюйте перший та другий закони Кірхгофа. Для чого вони застосовуються при аналізі електричних схем?

Завдання 2 (10 балів):

Поясніть принцип дії трансформатора. Чому трансформатор, підключений до джерела постійного струму, не трансформує напругу, а його первинна обмотка швидко перегрівається і виходить з ладу?

Завдання 3 (15 балів):

Кейс: Асинхронний двигун механізму подачі ($P = 2.2$ кВт, $U = 380$ В, $\cos \varphi = 0.82$, $\eta = 0.85$) вимикається через 10 хвилин роботи. Механік підозрює невірне налаштування теплового реле. Розрахуйте номінальний струм двигуна та вкажіть правильний струм уставки реле.

Затверджено на засіданні метод. комісії
Протокол № ____ від " ____ " _____ 2026 р.

Викладач: _____ В. Пустовойт
Голова МК: _____ (ПІБ)

Коротка відповідь на Завдання 3 (для самоперевірки):

1. $I_{\text{ном}} = (2.2 \cdot 1000) / (1.73 \cdot 380 \cdot 0.82 \cdot 0.85) = 2200 / 458.5 \approx 4.8$ А.

2. Струм уставки теплового реле має бути на 5-10% більшим: $I_{\text{уст}} = 4.8 \cdot 1.05 = 5.04$ А.

Висновок: На реле (наприклад, РТЛ-1010) необхідно встановити регулятор на позначку ~ 5.0 А. Якщо він встановлений на менше значення — реле хибно відключає справний двигун.