

МІНІСТЕРСТВО ТРАНСПОРТУ ТА ЗВ'ЯЗКУ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ЕКОНОМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТУ

Кафедра тягового рухомого складу залізничного транспорту



ТЕОРІЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН

Методичні рекомендації

щодо змісту та організації самостійної роботи студентів, поточного і підсумкового контролю їхніх знань за фаховим спрямуванням «бакалавра» для спеціальностей 6.092202 «Електричний транспорт»

Данилевський В. І. Теорія електричних машин: Методичні рекомендації щодо змісту та організації самостійної роботи студентів, поточного і підсумкового контролю їхніх знань, спеціальностей 6.092202 «Електричний транспорт» денної і заочної форм навчання. Київ: ДЕТУТ, 2010. – 38 с.

Методичні рекомендації спрямовано на ефективну організацію самостійної роботи, а також поточного і підсумкового контролю знань студентів електротехнічних спеціальностей денної і заочної форм навчання у процесі вивчення низки електротехнічних дисциплін, зокрема із спеціалізації «Електровози і електропоїзди», який відображено, перш за все, в курсі дисципліни «Теорія електричних машин».

Рекомендації містять як теоретичну програму та практичні приклади і задачі, так і змістовну частину у вигляді практичних занять для поточного і підсумкового контролю, спрямованого на перевірку теоретичних і практичних знань студентів. У посібнику також є зміст практичних робіт і пояснення щодо їх виконання.

Затверджено на засіданні методичної комісії факультету «ІРСЗТ» (протокол № 7 від 27.02.09 р.) та на засіданні кафедри «ТРСЗТ» (протокол № 6 від 18.01.09 р.)

Укладач: В. І. Данилевський, канд. техн. наук, доцент кафедри «Тяговий рухомий склад залізничного транспорту».

Рецензенти: М. Ф. Малиновський, головний інженер ВАТ «Київський електровагонний завод»;
Ю. Ф. Дубравін, канд. техн. наук, доцент кафедри «Тяговий рухомий склад залізничного транспорту».

Зміст

Вступ.....	4
1. Перелік програмних питань, що охоплюють зміст робочої програми з дисципліни «Теорія електричних машин».....	5
2. Приклади типових практичних завдань, що виносяться на іспит.....	8
3. Перелік програмних питань для самостійного вивчення дисципліни (денна форма навчання).....	15
4. Перелік програмних питань для самостійного вивчення дисципліни (безвідривна форма навчання).....	17
5. Карта оцінки самостійної роботи.....	19
6. Порядок поточного і підсумкового оцінювання знань студентів.....	25
7. Особливості поточного і підсумкового оцінювання знань студентів безвідривної форми навчання.....	33
8. Зразок екзаменаційного білета.....	37

Вступ

Методичні рекомендації направлені на удосконалення системи навчання студентів по дисципліні «Теорія електричних машин» для спеціальності 6.092202 «Електричний транспорт» спеціалізація «Електровози» Навчальною програмою передбачено обсяг годин для вивчення дисципліни і контрольні заходи протягом 243 годин в тому числі на самостійне вивчення 107 годин.

Методичні матеріали включають перелік програмних питань які студенти повинні вивчити як на аудиторних заняттях так і для самостійного вивчення. Програма самостійного вивчення включає як теоретичний матеріал так і практичне рішення прикладів і задач з метою закріплення теоретичного курсу дисципліни. Рішення прикладів і задач формує в студентів навик до практичного втілення знань як при подальшому вивченні курсу тягових електричних машин так і в практичній діяльності після закінчення навчання в університеті. Вивчення курсу «Теорії електричних машин», як основної дисципліни дасть можливість в подальшому більш поглиблено вивчати дисциплін в основу яких покладені матеріали викладені в курсі теорії.

Вони також передбачають методику поточного оцінювання знань студентів на протязі всього навчального періоду по вимогам кредитно – модульної системи, а також приклад екзаменаційного білета для проведення іспитів після закінчення курсу вивчення дисципліни..В кінці роботи указані навчально-методична література і посібники за допомогою яких студенти зможуть повністю оволодіти знаннями по теорії електричних машин.

1. ПЕРЕЛІК ПРОГРАМНИХ ПИТАНЬ, ЩО ОХОПЛЮЮТЬ ЗМІСТ РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ З ДИСЦИПЛІНИ «ТЕОРІЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН»

Перелік програмних питань охоплює повний зміст навчальної програми затвердженої керівництвом університету. Питання поділені на ті, що студент повинен вивчити самостійно і на аудиторних заняттях, у переліку також позначена рекомендована література, в якій змістовно викладений матеріал в обсягах, передбачених програмою. Вивчення дисципліни “Теорія електричних машин” базується на знаннях, які отримують студенти під час вивчення вищої математики, фізики, теоретичних основ електротехніки, метало ведення та теоретичної механіки в цілому.

Розділ 1. Загальні відомості про електричні машини

1. (1.1.) Основні визначення [3, 8 с.].
2. (1.2.) Перелік законів електротехніки у застосуванні до аналізу процесів у електричних машинах [3, 11-18].
3. (1.3.) Електромеханічне перетворення енергії та умови його здійснення [3, 16–18 с.].
4. (1.4.) Загальне уявлення про електричні машини [2, с. 323-342. 3, с.].
 - 1.4.1. Вихідні визначення.
 - 1.4.2. Електрична машина як узагальнений конструктивний модуль.
 - 1.4.3. Магнітні поля в електричних машинах.
 - 1.4.4. Створення обертового магнітного поля.
 - 1.4.5. Приклади магнітних полів в електричних машинах.
 - 1.4.6. Поняття про реакцію якоря.
 - 1.4.7. Зауваження щодо застосування законів електромагнітної індукції і Ампера.
5. (1.5.) Вимоги до матеріалів, які застосовуються в електромашинобудуванні. [1, 11–20 с.].

Розділ 2. Електричні машини постійного струму [1 27-225 с., 257-134 с.].

- 2.1. Принцип дії та будова машин постійного струму.
- 2.2. Магнітне коло машин постійного струму.
- 2.3. Якірні обмотки машин постійного струму.
- 2.4. Основні співвідношення, які характеризують роботу машин постійного струму.
- 2.5. Реакція якоря машин постійного струму.
- 2.6. Двигуни постійного струму.
 - 2.6.1. Основні співвідношення, які характеризують роботу двигуна постійного струму.
 - 2.6.2. Способи збудження електричних машин.
 - 2.6.3. Рівняння моментів двигуна постійного струму.
 - 2.6.4. Способи пуску двигунів постійного струму та їх реверсування.
 - 2.6.5. Робочі та механічні характеристики двигунів постійного струму.

- 2.6.6. Умови стійкої роботи двигунів.
- 2.6.7. Принципи регулювання частоти обертання двигунів постійного струму.
- 2.6.8. Двигуни постійного струму в режимах електричного гальмування
- 2.7. Генератори постійного струму.
 - 2.7.1. Рівняння генераторів постійного струму.
 - 2.7.2. Характеристики генераторів постійного струму.
 - 2.7.3. Робота генераторів постійного струму на загальну мережу.
- 2.8. Комутація машин постійного струму.
 - 2.8.1. Фізична сутність комутації та рівняння комутації.
 - 2.8.2. Види комутації.
 - 2.8.3. Електрорушійні сили в комутувальній секції.
 - 2.8.4. Основні способи поліпшення комутації.
 - 2.8.5. Шкала іскріння. Коловий вогонь по колектору.
- 2.9. Втрати, коефіцієнт корисної дії, нагрівання та охолодження електричних машин.
- 2.10. Граничні потужності електричних машин за умовами комутації і потенційної напруженості колектора.

Розділ 3. Трансформатори

- 3.1. Магнітні поля і магнітні кола [2, 186-216 с.].
 - 3.1.1. Загальне поняття про магнітне поле і магнітні величини.
 - 3.1.2. Поняття про магніторушійну силу та магнітну напругу.
 - 3.1.3. Приклади визначення простіших структур магнітного поля.
 - 3.1.4. Магнітні властивості матеріалів.
 - 3.1.5. Загальне уявлення про магнітні кола.
 - 3.1.6. Прояви магнітного поля.
 - 3.1.7. Закони магнітних кіл.
 - 3.1.8. Задачі розрахунку магнітних кіл постійного магнітного потоку.
 - 3.1.9. Аналіз стану магнітного кола з постійним магнітом.
 - 3.1.10. Фізичні процеси в котушці зі сталевим осердям при змінному магнітному потоці.
- 3.2. Співвідношення величин у котушці зі сталевим осердям при змінному магнітному потоці [2, 216-221 с.].
 - 3.2.1. Основний магнітний потік.
 - 3.2.2. ЕРС від основного магнітного потоку.
 - 3.2.3. Струм котушки.
 - 3.2.4. ЕРС від магнітного потоку розсіювання.
 - 3.2.5. Рівняння рівноваги напруг і векторна діаграма котушки зі сталевим осердям, що включена на синусоїдну напругу.
- 3.3. Потужність і втрати потужності в котушці зі сталевим осердям при змінному магнітному потоці [2, 216 – 221 с.].
- 3.4. Електрична схема заміщення котушки зі сталевим осердям при змінному магнітному потоці [2, 216 – 221 с.].
- 3.5. Принципи розрахунку магнітного кола при синусоїдному магнітному потоці [2, 216 – 221 с.].

- 3.6. Будова і принцип дії трансформаторів [2, 216 – 221 с.]
- 3.6.1. Призначення трансформаторів у системі передачі та розподілу електроенергії.
 - 3.6.3. Конструкція трансформаторів та принцип їх дії.
 - 3.6.4. Фізичні процеси в трансформаторах.
 - 3.6.5. Однофазний трансформатор в режимі неробочого ходу.
 - 3.6.7. Однофазний трансформатор у режимі навантаження.
 - 3.6.8. Основні рівняння трансформатора.
 - 3.6.9. Приведення вторинної обмотки трансформатора до первинної.
 - 3.6.10. Основні рівняння та схема заміщення приведенного трансформатора.
 - 3.6.11. Векторна діаграма трансформатора.
 - 3.6.12. Дослідження та характеристики неробочого ходу.
 - 3.6.13. Дослідження та характеристики короткого замикання.
 - 3.6.14. Деякі питання роботи трансформатора під навантаженням.
 - 3.6.15. Спрощена векторна діаграма трансформатора під час роботи під навантаженням.
 - 3.6.16. Зміна вторинної напруги при навантаженні трансформатора.
 - 3.6.17. Зовнішня характеристика трансформатора.
 - 3.6.18. Втрати та коефіцієнт корисної дії трансформатора.
 - 3.6.19. Деякі особливості схеми та конструкції трифазних трансформаторів.
 - 3.6.20. Схеми та групи з'єднань обмоток трансформаторів.
 - 3.6.21. Паралельна робота трансформаторів.
 - 3.6.22. Несиметричні режими роботи трифазних трансформаторів.
 - 3.6.23. Регулювання напруги трансформаторів.

Розділ 4. Електричні машини змінного струму [2, 120-128 с.]

- 4.1. Трифазні обмотки змінного струму.
- 4.1.1. Конструкція трифазних обмоток. Створення обертового поля.
 - 4.1.2. Розподіл магнітного потоку в зазорі між статором і ротором.
 - 4.1.3. Електрорушійні сили в обмотках статора.
- 4.2. Асинхронні машини. [2, 130-184 с.]
- 4.2.1. Будова асинхронних машин.
 - 4.2.2. Теорія робочого процесу, режими роботи. Енергетична діаграма. Втрати і коефіцієнт корисної дії, зв'язок з ковзанням.
 - 4.2.3. Приведення робочого процесу асинхронної машини до робочого процесу трансформатора.
 - 4.2.4. Векторні діаграми. Схеми заміщення. Енергетична діаграма. Втрати і коефіцієнт корисної дії; зв'язок з ковзанням.
 - 4.2.5. Електромагнітний момент.
 - 4.2.6. Кругова діаграма асинхронної машини.
 - 4.2.7. Робочі характеристики асинхронних двигунів. Пуск і регулювання частоти обертання асинхронних двигунів.
 - 4.2.8. Частотне регулювання напруги для живлення тягових асинхронних двигунів.

- 4.2.9. Гальмування асинхронних двигунів.
- 4.2.10. Неномінальні режими роботи асинхронних двигунів.
- 4.2.11. Поняття про однофазний асинхронний двигун.
- 4.3. Синхронні машини. [1, 3-51с,1,3-57]
- 4.3.1. Будова синхронних машин.
- 4.3.2. Теорія робочого процесу синхронних машин явно полюсного і неявно полюсного виконання.
- 4.3.3. Електромагнітний момент синхронної машини.
- 4.3.4. Характеристики синхронних генераторів при автономній роботі.
- 4.3.5. Особливості роботи тягових синхронних генераторів на випрямне навантаження.
- 4.3.6. Поняття про паралельну роботу синхронних машин.
- 4.3.7. Регулювання коефіцієнта потужності синхронних машин.
- 4.3.8. Поняття про перехідні процеси в синхронних машинах.
5. Загальні відомості про вентильні електричні машини.
6. Загальні відомості про лінійні електричні машини.
7. Методи випробовування та діагностики електричних машин.

Примітка: В дужках помічені теми які студент вивчає самостійно.

2. ПРИКЛАДИ ТИПОВИХ ПРАКТИЧНИХ ЗАВДАНЬ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ІСПИТ

Приклад 1. Розрахунок напруг і струмів трансформатора

Однофазний трансформатор має паспортні номінальні дані: повна потужність $S = 12$ кВА. Напруги первинної і вторинної обмоток $U_{1ном} = 220$ В, $U_{2ном} = 133$ В. Напруга короткого замикання $U_k = 5$ %. Струм неробочого ходу $I_k = 8$ %
Визначити подальший ряд параметрів трансформатора.

Коефіцієнт трансформації та напругу в режимі дослідного КЗ струми аварійного КЗ обмоток при номінальній напрузі.

Струм у режимі НХ ІІ0.

Приклад № 2. Розрахунок напруг і струмів трансформатора

Однофазний трансформатор має паспортні номінальні дані: повна потужність $S_{ном} = 11$ кВА: напруги первинної і вторинної обмоток $U_{1ном} = 220$ В, $U_{2ном} = 128$ В. Напруга короткого замикання $U_k = 5$ %. Струм неробочого ходу $I_k = 8$ %.

Визначити подальший ряд параметрів трансформатора.

Коефіцієнт трансформації.

Напругу в режимі дослідного КЗ.

Струми аварійного КЗ обмоток при номінальній напрузі.

Струм у режимі НХ ІІ0.

Приклад № 3. Розрахунок напруг і струмів трансформатора

Однофазний трансформатор має паспортні номінальні дані: повна потужність $S_{ном} = 13$ кВА; напруги первинної і вторинної обмоток $U_{1ном} = 220$ В, $U_{2ном} = 140$ В. Напруга короткого замикання $U_k = 5$ %. Струм неробочого ходу $I_k = 8$ %.

Визначити подальший ряд параметрів трансформатора.

Коефіцієнт трансформації.

Напругу в режимі дослідного КЗ.

Струми аварійного КЗ обмоток при номінальній напрузі.

Струм у режимі НХ І10.

Приклад № 4. Розрахунок зовнішньої характеристики

Однофазний трансформатор має номінальні дані: напруги первинної і вторинної обмоток $U_{1ном} = 600$ В, $U_{2ном} = 360$ В; струм первинної обмотки $I_{1ном} = 3,8$ А. У режимі дослідного КЗ втрати потужності $P_k = 80$ Вт і напруга $U_{1К} = 33$ В. Активно-індуктивне навантаження має $\cos \varphi_n = 0,75$.

Розрахувати і побудувати зовнішню характеристику трансформатора.

Приклад № 5. Розрахунок зовнішньої характеристики

Однофазний трансформатор має номінальні дані: напруги первинної і вторинної обмоток $U_{1ном} = 660$ В, $U_{2ном} = 400$ В; струм первинної обмотки $I_{1ном} = 3,8$ А. У режимі дослідного КЗ втрати потужності $P_k = 90$ Вт і напруга $U_{1К} = 33$ В. Активно-індуктивне навантаження має $\cos \varphi_n = 0,85$.

Розрахувати і побудувати зовнішню характеристику трансформатора.

Приклад № 6. Розрахунок залежності ККД від коефіцієнта струму навантаження

Повна номінальна потужність однофазного трансформатора $S_{ном} = 6$ кВА; втрати потужності в режимі НХ $P_{нх} = 60$ Вт і в режимі дослідного КЗ $P_{кз} = 200$ Вт. Визначити активну складову потужності трансформатора

У активно-індуктивного навантаження $\cos \varphi_n = 0,75$.

Приклад № 7. Розрахунок залежності ККД від коефіцієнта струму навантаження

Повна номінальна потужність однофазного трансформатора.

$S_{ном} = 7$ кВА; втрати потужності в режимі НХ $P_{нх} = 70$ Вт і в режимі дослідного КЗ $P_{кз} = 200$ Вт.

У активно-індуктивного навантаження $\cos \varphi_n = 0,75$. Визначити активну складову потужності трансформатора

Приклад № 8. Розрахунок залежності ККД від коефіцієнта струму навантаження

Повна номінальна потужність однофазного трансформатора

$S_{ном} = 5$ кВА; втрати потужності в режимі НХ $P_{нх} = 50$ Вт і в режимі дослідного КЗ $P_{кз} = 200$ Вт. У активно-індуктивного навантаження $\cos \varphi_n = 0,75$.

Визначити активну складову потужності трансформатора

Приклад № 9. Розрахунок зовнішньої характеристики

Однофазний трансформатор має номінальні дані: напруги первинної і вторинної обмоток $U_{1ном} = 630$ В, $U_{2ном} = 333$ В; струм первинної обмотки $I_{1ном} = 3,8$ А. У режимі дослідного КЗ втрати потужності $P_k = 80$ Вт і напруга $U_{1К} = 33$ В. Активно-індуктивне навантаження має $\cos \varphi_n = 0,75$.

Розрахувати і побудувати зовнішню характеристику трансформатора.

Приклад 10. Двигун постійного струму (ДПС) з паралельним збудженням (див. рис.) має номінальні дані: потужність $P_{2\text{ном}} = 90$ кВт; напруга $U_{\text{ном}} = 220$ В; частота обертяння $n = 1060$ об/хв; ККД $\eta = 0,892$. Опір ярірного кола $R_a = 0,03$ Ом; опір обмотки збудження $R_z = 25,6$ Ом.

Визначити на основі заданих величин такі параметри ДПС для номінального режиму його роботи:

- потужність і струм, що споживаються з мережі;
- струми обмотки збудження і якоря;

сумарні втрати потужності в ДПС.

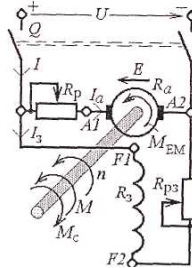


Рис. 1.

Приклад 11. Двигун постійного струму (ДПС) з паралельним збудженням (див. рис. 1) має номінальні дані: потужність $P_{2\text{ном}} = 80$ кВт; напруга $U_{\text{ном}} = 220$ В; частота обертяння $n = 1160$ об/хв; ККД $\eta = 0,892$. Опір ярірного кола $R_a = 0,03$ Ом; опір обмотки збудження $R_z = 25,6$ Ом.

Визначити на основі заданих величин такі параметри ДПС для номінального режиму його роботи:

- потужність і струм, що споживаються з мережі;
- струми обмотки збудження і якоря;

сумарні втрати потужності в ДПС.

Приклад 12. Двигун постійного струму (ДПС) з паралельним збудженням (див. рис. 1) має номінальні дані: потужність $P_{2\text{ном}} = 70$ кВт; напруга $U_{\text{ном}} = 220$ В; частота обертяння $n = 1260$ об/хв; ККД $\eta = 0,892$. Опір ярірного кола $R_a = 0,03$ Ом; опір обмотки збудження $R_z = 25,6$ Ом.

Визначити на основі заданих величин наступні параметри ДПС для номінального режиму його роботи:

- потужність і струм, що споживаються з мережі;
- струми обмотки збудження і якоря;
- сумарні втрати потужності в ДПС.

Приклад 13. Двигун постійного струму (ДПС) з незалежним збудженням (див. рис. 2) має номінальні напругу $U_{\text{ном}} = 440$ В і струм якоря $I_a = 200$ А; опір електричного кола його якоря $R_a = 0,15$ Ом.

Визначити опір регульовального реостата R_p у колі якоря, необхідний для обмеження пускового струму якоря до $I_{\text{пуск}} = 2,2 I_{\text{аном}}$, якщо двигун вмикається відразу на номінальну напругу $U_{\text{ном}}$, а також знайдемо вихідне значення напруги живлення $U_{\text{пуск}}$, щоб пусковий струм якоря $I_{\text{пуск}}$ не перевищував значення $I_{\text{пуск}} = 12,5 I_{\text{аном}}$

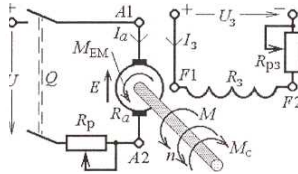


Рис. 2

Приклад 14. Двигун постійного струму (ДПС) з незалежним збудженням (див. рис. 2) має номінальну напругу $U_{\text{ном}} = 400 \text{ В}$ і струм якоря $I_a = 180 \text{ А}$; опір електричного кола його якоря $R_a = 0,15 \text{ Ом}$.

Визначити опір регульовального реостата R_p у колі якоря, необхідний для обмеження пускового струму якоря до $I_{\text{пуск}} = 2,2 I_{\text{аном}}$, якщо двигун вмикається відразу на номінальну напругу $U_{\text{ном}}$, а також знайдемо вихідне значення напруги живлення $U_{\text{пуск}}$, щоб пусковий струм якоря $I_{\text{пуск}}$ не перевищував значення $I_{\text{пуск}} = 12,5 I_{\text{аном}}$.

Приклад 15. Двигун постійного струму (ДПС) з незалежним збудженням (див. рис. 2) має номінальну напругу $U_{\text{ном}} = 420 \text{ В}$ і струм якоря $I_{\text{пуск}} = 170 \text{ А}$; опір електричного кола його якоря $R_a = 0,15 \text{ Ом}$.

Визначити опір регульовального реостата R_p у колі якоря, необхідний для обмеження пускового струму якоря до $= 2 I_{\text{пуск}}, 2 I_{\text{аном}}$, якщо двигун вмикається відразу на номінальну напругу $U_{\text{ном}}$, а також знайдемо вихідне значення напруги живлення $U_{\text{пуск}}$, щоб пусковий струм якоря $I_{\text{пуск}}$ не перевищував значення $I_{\text{пуск}} = 12,5 I_{\text{аном}}$.

Приклад 16. ДПС з паралельним збудженням (див. рис. 1) має номінальні дані: напруга $U_{\text{ном}} = 220 \text{ В}$; струм якоря $I_a = 130 \text{ А}$; частота обертання $n = 1000 \text{ об/хв}$. Опір електричного кола якоря $R_a = 0,1 \text{ Ом}$.

Треба побудувати механічні характеристики $p(M)$ при номінальній напрузі $U_{\text{ном}}$: а) природну; б) штучну при вмиканні в коло якоря регульовального реостата з опором $R = 1 \text{ Ом}$.

Приклад 17. Двигун постійного струму (ДПС) з паралельним збудженням (див. рис. 1) має номінальні дані: напруга $U_{\text{ном}} = 210 \text{ В}$; струм якоря $I_a = 120 \text{ А}$; частота обертання $n = 1000 \text{ об/хв}$. Опір електричного кола якоря $R_a = 0,1 \text{ Ом}$.

Треба побудувати механічні характеристики $p(M)$ при номінальній напрузі $U_{\text{ном}}$: а) природну; б) штучну при вмиканні в коло якоря регульовального реостата з опором $R = 1 \text{ Ом}$.

Приклад 18. Двигун постійного струму (ДПС) з паралельним збудженням (див. рис. 1) має номінальні дані: напруга $U_{\text{ном}} = 200 \text{ В}$; струм якоря $I_{a_{\text{ном}}} = 118 \text{ А}$; частота обертання $n = 1000 \text{ об/хв}$. Опір електричного кола якоря $R_a = 0,1 \text{ Ом}$.

Треба побудувати механічні характеристики $n(M)$ при номінальній напрузі $U_{ном}$: а) природну; б) штучну при вмиканні в коло якоря регулювального реостата з опором $R - 1 \text{ Ом}$.

Приклад 19. Двигун постійного струму (ДПС) з послідовним збудженням (див. рис. 3., а) має номінальні дані: потужність $P_{2ном} = 12 \text{ кВт}$; напруга $U_{ном} = 220 \text{ В}$; частота обертання $n = 660 \text{ об/хв}$; ККД $\eta = 0,83$. Опір якірного кола з урахуванням обмотки збудження становить $R_a = 0,5 \text{ Ом}$. Визначити: потужність і струм, які двигун споживає з мережі, обертовий і корисний моменти.

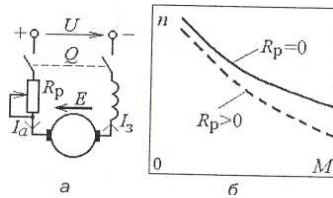


Рис. 3.

Приклад 20. Двигун постійного струму (ДПС) з послідовним збудженням (див. рис., 3. а) має номінальні дані: потужність $P_{2ном} = 10 \text{ кВт}$; напруга $U_{ном} = 200 \text{ В}$; частота обертання $n = 600 \text{ об/хв}$; ККД $\eta = 0,83$. Опір якірного кола з урахуванням обмотки збудження становить $R_a = 0,5 \text{ Ом}$.

Визначити: потужність і струм, які двигун споживає з мережі, обертовий і корисний моменти.

Приклад № 21. Трифазний синхронний двигун має номінальні параметри: потужність $P_{ном} = 800 \text{ кВт}$; частота мережі $f = 50 \text{ Гц}$; напруга (лінійна) $U_{ном} = 6000 \text{ В}$; $\cos \varphi_{ном} = 0,9$; частота обертання $n_{ном} = 500 \text{ об/хв}$; ККД $\eta_{ном} = 0,945$; струм збудження $I_{ном} = 285 \text{ А}$. Перевантажувальна здатність з обертового моменту $\lambda = 2,1$; схема обмотки статора — “зірка”. На цій основі визначити фазну напругу, споживану потужність та її втрати, фазний і лінійний струми обмотки статора, кількість пар полюсів.

Приклад № 22. Двигун постійного струму (ДПС) із послідовним збудженням (див. рис. 3., а) має номінальні дані: напруга $U_{ном} = 110 \text{ В}$; струм $I_{ном} = 100 \text{ А}$; частота обертання $n = 750 \text{ об/хв}$. Опір якірного кола з урахуванням обмотки збудження становить $R = 0,2 \text{ Ом}$. Характеристика намагнічування ДПС $\Phi(I)$ у відносних одиницях $k_f(k_i)$ зображена на рис., де $k_f = \frac{\Phi}{\Phi_{ном}}$ — кратність струму збудження (він водночас є і струмом якоря); $k_i = \frac{\Phi}{\Phi_{ном}}$ — кратність магнітного потоку збудження ($I_{ном} \Phi_{ном}$ — номінальні значення відповідних величин).

Необхідно побудувати механічні характеристики $n(M)$ ДПС при $I_{ном}$: а) природну, б) штучну при вмиканні в коло якоря регулювального реостата з опором $R = 0,2 \text{ Ом}$.

Визначити частоту обертання якоря двигуна при зниженні обертового моменту M на 50 %, а також при збільшенні його на 20 % від номінального значення $M_{ном}$. Це слід зробити як для випадку відсутності регулювального реостата, так і при його наявності. Визначити частоту обертання якоря двигуна при номінальному моменті $M_{ном}$, якщо напруга живлення знизилась на 20 % від номінального значення і при цьому $R_p = 0$.

Приклад № 23. Двигун постійного струму (ДПС) з послідовним збудженням (див. рис. 3., а) має номінальні дані: потужність $P_{2\text{ном}} = 12$ кВт; напруга $U_{\text{ном}} = 200$ В; частота обертання $n = 700$ об/хв; ККД $\eta = 0,83$. Опір якірного кола з урахуванням обмотки збудження становить $R_a = 0,5$ Ом.

Визначити на цій основі для номінального режиму роботи: потужність і струм, які двигун споживає з мережі, обертальні електромагнітний і корисний моменти.

Приклад № 24 Двигун постійного струму із послідовним збудженням (див. рис. 3., а) має номінальні дані: напруга $U_{\text{ном}} = 100$ В; струм $I_{\text{ном}} = 90$ А; частота обертання

$n = 650$ об/хв. Опір якірного кола з урахуванням обмотки збудження становить $R = 0,2$ Ом. Характеристика намагнічування ДПС $\Phi(I)$ у відносних одиницях $k_{\Phi}(k_I)$ зображена на рис. 3., а, де $k_I = \frac{\Phi}{\Phi_{\text{ном}}}$ — кратність струму збудження (він водночас є і струмом якоря); $k_{\Phi} = \frac{\Phi}{\Phi_{\text{ном}}}$ — кратність магнітного потоку збудження ($I_{\text{ном}} \Phi_{\text{ном}}$ — номінальні значення відповідних величин).

Необхідно побудувати механічні характеристики $n(M)$ ДПС при $I_{\text{ном}}$:

а) природну,

б) штучну при вмиканні в коло якоря регулювального реостата з опором $R = 0,2$ Ом.

Визначити частоту обертання якоря двигуна при зниженні обертального моменту M на 50 %, а також при збільшенні його на 20 % від номінального значення $M_{\text{ном}}$. Це слід зробити як для випадку відсутності регулювального реостата, так і при його наявності. Визначити частоту обертання якоря двигуна при номінальному моменті $M_{\text{ном}}$, якщо напруга живлення знизилась на 20 % від номінального значення і при цьому $R_p = 0$.

Приклад №25. ТАД має такі дані: номінальна напруга 220/380 В (фазна/лінійна) при частоті $f_1 = 50$ Гц; номінальне ковзання $S_{\text{ном}} = 0,05$; кількість пар полюсів $p = 6$; перевантажувальна здатність з обертального моменту $\lambda = 1,8$. Схема з'єднання обмотки статора — “зірка” (див. рис. 4.). Вибрати лінійну напругу живильної мережі U_M і визначити частоту обертання n_r поля статора, номінальну $n_{\text{ном}}$ і критичну $n_{\text{кр}}$ частоти обертання ротора.

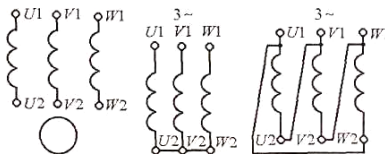


Рис. 4 Схема електрична трифазного трансформатора

Приклад № 26. ТАД має такі дані: номінальна напруга 220/380В (фазна/лінійна) при частоті $f_1 = 50$ Гц; номінальне ковзання $S_{\text{ном}} = 0,07$; кількість пар полюсів $p = 4$; перевантажувальна здатність з обертального моменту $\lambda = 1,8$. Схема з'єднання обмотки статора — “зірка” (див. рис. 4.). Вибрати лінійну напругу живильної мережі U_M і визначити частоту обертання

n_r поля статора, номінальну $n_{\text{ном}}$ і критичну $n_{\text{кр}}$ частоти обертання ротора.

Приклад № 26. ТАД вмикається в мережу з лінійною напругою $U_{\text{л}} = 380 \text{ В}$ і має такі дані в номінальному режимі: потужність на валу $P_{2\text{ном}} = 45 \text{ кВт}$; напруга 220/380 В (фазна/лінійна); частота обертання ротора $n_{\text{ном}} = 480 \text{ об/хв}$; ККД $\eta_{\text{ном}} = 0,9$; коефіцієнт потужності $\cos \varphi I_{\text{мом}} = 0,81$. Крім того, двигун має кратність пускового струму $k_{\text{пвск}} = 6,0$, а також перевантажувальну здатність обертового моменту $\lambda = 1,8$. Визначити номінальну споживану потужність двигуна $P_{1\text{ном}}$; суму всіх втрат потужності в двигуні $P_{1\text{ном}}$; номінальний і пусковий струми обмотки статора; номінальний $M_{\text{ном}}$ і максимальний M_{max} обертові моменти.

Приклад № 27. ТАД вмикається в мережу з лінійною напругою $U_{\text{л}} = 380 \text{ В}$ і має такі дані в номінальному режимі: потужність на валу $P_{2\text{ном}} = 45 \text{ кВт}$; напруга 220/380 В (фазна/лінійна); частота обертання ротора $n_{\text{ном}} = 580 \text{ об/хв}$; ККД $\eta_{\text{ном}} = 0,9$; коефіцієнт потужності $\cos \varphi I_{\text{мом}} = 0,81$. Крім того, двигун має кратність пускового струму $k_{\text{пвск}} = 5,0$, а також перевантажувальну здатність обертового моменту $\lambda = 1,8$. Визначити номінальну споживану потужність двигуна $P_{1\text{ном}}$; суму всіх втрат потужності в двигуні $P_{1\text{ном}}$; номінальний і пусковий струми обмотки статора; номінальний $M_{\text{ном}}$ і максимальний M_{max} обертові моменти.

Приклад № 29. Трифазний синхронний двигун має номінальні параметри: потужність $P_{\text{ном}} = 800 \text{ кВт}$; частота мережі $f = 50 \text{ Гц}$; напруга (лінійна) $U_{\text{ном}} = 6000 \text{ В}$; $\cos \varphi_{\text{ном}} = 0,9$; частота обертання $n_{\text{ном}} = 500 \text{ об/хв}$; ККД $\eta_{\text{ном}} = 0,945$; струм збудження $I_{\text{ном}} = 285 \text{ А}$. Перевантажувальна здатність з обертового моменту $\lambda = 2,1$; схема обмотки статора — “зірка”. На цій основі визначити фазну напругу, споживану потужність та її втрати, фазний і лінійний струми обмотки статора, кількість пар полюсів.

Приклад № 30. Трифазний синхронний двигун має номінальні параметри: потужність $P_{\text{ном}} = 700 \text{ кВт}$; частота мережі $f = 50 \text{ Гц}$; напруга (лінійна) $U_{\text{ном}} = 5000 \text{ В}$; $\cos \varphi_{\text{ном}} = 0,9$; частота обертання $n_{\text{ном}} = 500 \text{ об/хв}$; ККД $\eta_{\text{ном}} = 0,945$; струм збудження $I_{\text{ном}} = 285 \text{ А}$. Перевантажувальна здатність з обертового моменту $\lambda = 2,1$; схема обмотки статора — “зірка”. На цій основі визначити фазну напругу, споживану потужність та її втрати, фазний і лінійний струми обмотки статора, кількість пар полюсів.

Приклад № 31. Трифазний синхронний двигун має номінальні параметри: потужність $P_{\text{ном}} = 900 \text{ кВт}$; частота мережі $f = 50 \text{ Гц}$; напруга (лінійна) $U_{\text{ном}} = 8000 \text{ В}$; $\cos \varphi_{\text{ном}} = 0,9$; частота обертання $n_{\text{ном}} = 500 \text{ об/хв}$; ККД $\eta_{\text{ном}} = 0,945$; струм збудження $I_{\text{ном}} = 285 \text{ А}$. Перевантажувальна здатність з обертового моменту $\lambda = 2,1$; схема обмотки статора — “зірка”. На цій основі визначимо фазну напругу, споживану потужність та її втрати, фазний і лінійний струми обмотки статора, кількість пар полюсів.

3. ПЕРЕЛІК ПРОГРАМНИХ ПИТАНЬ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ “ТЕОРІЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН” (ДЕННА ФОРМА НАВЧАННЯ)

Розділ 1.

1. (1.3.). Електромеханічне перетворення енергії та умови його здійснення [3, 16-18 с.].

2. (1.4.). Загальне уявлення про електричні машини [2, с. 323-342 с., 16-18 с.].

3. (1.4.1.). Вихідні визначення.

4. (1.4.2.). Електрична машина як узагальнений конструктивний модуль.

5. (1.4.4.). Створення обертового магнітного поля.

6. (1.4.5.). Приклади магнітних полів в електричних машинах .

7. (1.4.7.). Зауваження щодо застосування законів електромагнітної індукції і Ампера.

Розділ 2. Електричні машини постійного струму [1 с. 27-225, 2, с. 57-134 с.].

8. (2.4.). Основні співвідношення, які характеризують роботу машин постійного струму.

9. (2.6.). Двигуни постійного струму.

10. (2.6.2.). Способи збудження електричних машин.

11. (2.6.4.). Способи пуску двигунів постійного струму та їх реверсування.

12. (2.6.5.). Робочі та механічні характеристики двигунів постійного струму.

13. (2.6.6.). Умови стійкої роботи двигунів.

14. (2.7.). Генератори постійного струму.

15. (2.7.1.). Робота генераторів постійного струму на загальну мережу.

16. (2.8.). Комутація машин постійного струму.

17. (2.8.1.). Фізична сутність комутації та рівняння комутації.

18. (2.8.2.). Види комутації.

19. (2.8.3.). Електрорушійні сили в комутованій секції.

20. (2.8.4.). Основні способи поліпшення комутації.

21. (2.9.). Втрати, коефіцієнт корисної дії, нагрівання та охолодження електричних машин.

Розділ 3. Трансформатори

22. (3.1.). Магнітні поля і магнітні кола [2, с. 186-216].

23. (3.1.3.). Приклади визначення простіших структур магнітного поля.

24. (3.1.4.). Магнітні властивості матеріалів.

25. (3.1.5.). Загальне уявлення про магнітні кола.

26. (3.1.6.). Прояви магнітного поля.

27. (3.1.8.). Задачі розрахунку магнітних кіл постійного магнітного потоку.

28. (3.1.9.). Аналіз стану магнітного кола з постійним магнітом.

29. (3.1.10.). Фізичні процеси в котушці зі сталевим осердям при змінному магнітному потоці.

30. (3.2.1.). Основний магнітний потік.

31. (3.2.2.). ЕРС від основного магнітного потоку.
 32. (3.2.3.). Струм котушки.
 33. (3.2.4.). ЕРС від магнітного потоку розсіювання.
 34. (3.3.). Потужність і втрати потужності в котушці зі сталевим осердям при змінному магнітному потоці [2, с. 216-221].
 35. (3.5.). Принципи розрахунку магнітного кола при синусоїдному магнітному потоці [2, с. 216 – 221].
 36. (3.6.). Будова і принцип дії трансформаторів [2, с. 216-221].
 37. (3.6.1.). Призначення трансформаторів у системі передачі та розподілу електроенергії.
 38. (3.6.3.). Конструкція трансформаторів та принцип їх дії.
 39. (3.6.8.). Основні рівняння трансформатора.
 40. (3.6.9.). Приведення вторинної обмотки трансформатора до первинної.
 41. (3.6.12.). Дослідження та характеристики неробочого ходу.
 42. (3.6.13.). Дослідження та характеристики короткого замикання.
 43. (3.6.15.). Спрощена векторна діаграма трансформатора під час роботи під навантаженням.
 44. (3.6.16.). Зміна вторинної напруги при навантаженні трансформатора.
 45. (3.6.19.). Деякі особливості схеми та конструкції трифазних трансформаторів.
 46. (3.6.20.). Схеми та групи з'єднань обмоток трансформаторів.
 47. (3.6.23.). Регулювання напруги трансформаторів.
 - 48.(4.). Електричні машини змінного струму.
 49. (4.2.). Асинхронні машини.
 50. (4.2.1.). Будова асинхронних машин.
 51. (4.2.2.). Теорія їхнього робочого процесу, режими роботи. Енергетична діаграма. Втрати і коефіцієнт корисної дії; зв'язок з ковзанням.
 52. (4.2.5.). Електромагнітний момент.
 - 53.(4.2.6.). Кругова діаграма асинхронної машини.
 54. (4.2.7.). Робочі характеристики асинхронних двигунів.
 55. (4.2.8.). Частотне регулювання напруги для живлення тягових асинхронних двигунів.
 56. (4.2.10.). Неномінальні режими роботи асинхронних двигунів.
 57. (4.2.11.). Поняття про однофазний асинхронний двигун.
 58. (4.3.). Синхронні машини.
 59. (4.3.3.). Електромагнітний момент синхронної машини.
 60. (4.3.4.). Характеристики синхронних генераторів при автономній роботі.
 61. (4.3.5.). Особливості роботи тягових синхронних генераторів на випрямне навантаження.
 62. (4.3.6.). Поняття про паралельну роботу синхронних машин.
 63. (5.). Загальні відомості про вентильні електричні машини.
 64. (6.). Загальні відомості про лінійні електричні машини.
 - 65.(7.). Методи випробовування та діагностики електричних машин.
- Примітка: в дужках вказані номери, позначені в навчальній робочій програмі.

**4. ПЕРЕЛІК ПРОГРАМНИХ ПИТАНЬ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО
ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ “ТЕОРІЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН”
СТУДЕНТАМИ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 6.092202 “ЕЛЕКТРИЧНИЙ ТРАНСПОРТ”
(БЕЗВІДРИВНА ТА СКОРОЧЕНА БЕЗВІДРИВНА ФОРМА НАВЧАННЯ)**

1. (1.3.). Електромеханічне перетворення енергії та умови його здійснення [3. с. 16-18].
2. (1.4.). Загальне уявлення про електричні машини [2. С. 323-342].
3. (1.4.1.). Вихідні визначення.
4. (1.4.2.). Електрична машина як узагальнений конструктивний модуль.
5. (1.4.3.). Магнітні поля в електричних машинах.
6. (1.4.4.). Створення обертового магнітного поля.
7. (1.4.5.). Приклади магнітних полів в електричних машинах.
8. (1.4.7.). Зауваження щодо застосування законів електромагнітної індукції і Ампера.
9. (1.5.). Вимоги до матеріалів які застосовуються в електромашинобудуванні [1. С.11-20].

Розділ 2. Електричні машини постійного струму [1. С. 57-134].

10. (2.1.). Принцип дії та будова машин постійного струму.
11. (2.2.). Магнітне коло машини постійного струму.
12. (2.5.). Реакція якоря машин постійного струму.
13. (2.6.). Двигуни постійного струму.
14. (2.6.1.). Основні співвідношення, які характеризують роботу двигуна постійного струму.
15. (2.6.2.). Способи збудження електричних машин.
16. (2.6.3.). Рівняння моментів двигуна постійного струму.
17. (2.6.4.). Способи пуску двигунів постійного струму та їх реверсування.
18. (2.6.5.). Робочі та механічні характеристики двигунів постійного струму.
19. (2.6.6.). Умови стійкої роботи двигунів.
20. (2.6.7.). Принципи регулювання частоти обертання двигунів постійного струму.
21. (2.6.8.). Двигуни постійного струму в режимах електричного гальмування.
22. (2.7.). Генератори постійного струму.
23. (2.7.1.). Рівняння генераторів постійного струму.
24. (2.7.7.). Робота генераторів постійного струму на загальну мережу.
25. (2.8.). Комутація машин постійного струму.
26. (2.8.1.). Фізична сутність комутації та рівняння комутації.
27. (2.8.13.) Шкала іскріння. Коловий вогонь по колектору.
28. (2.9.). Втрати, коефіцієнт корисної дії, нагрівання та охолодження електричних машин.
29. (2.10.) Граничні потужності електричних машин за умовами комутації і потенційної напруженості колектора.

Розділ 3. Трансформатори

30. (3.1.3.). Приклади визначення простіших структур магнітного поля.
31. (3.1.4.). Магнітні властивості матеріалів.
32. (3.1.5.). Загальне уявлення про магнітні кола.
33. (3.1.6.). Прояви магнітного поля.
34. (3.1.7.). Закони магнітних кіл.
35. (3.1.8.). Задачі розрахунку магнітних кіл постійного магнітного потоку.
36. (3.1.9.). Аналіз стану магнітного кола з постійним магнітом.
37. (3.2.1.). Основний магнітний потік.
38. (3.2.2.). ЕРС від основного магнітного потоку.
39. (3.2.3.). Струм котушки.
40. (3.2.4.). ЕРС від магнітного потоку розсіювання.
41. (3.2.5.). Рівняння рівноваги напруг і векторна діаграма котушки зі сталевим осердям, що включена на синусоїдну напругу.
42. (3.3.). Потужність і втрати потужності в котушці зі сталевим осердям при змінному магнітному потоці [2, С. 216-221].
43. (3.5.). Принципи розрахунку магнітного кола при синусоїдному магнітному потоці [2, С. 216-221].
44. (3.6.). Будова і принцип дії трансформаторів [2, С. 216-221].
45. (3.6.1.). Призначення трансформаторів у системі передачі та розподілу електроенергії.
46. (3.6.3.). Конструкція трансформаторів та принцип їх дії.
47. (3.6.4.). Фізичні процеси в трансформаторах.
48. (3.6.5.). Однофазний трансформатор в режимі неробочого ходу.
49. (3.6.7.). Однофазний трансформатор у режимі навантаження.
50. (3.6.8.). Основні рівняння трансформатора.
51. (3.6.9.). Приведення вторинної обмотки трансформатора до первинної
52. (3.6.10.). Основні рівняння та схема заміщення приведенного трансформатора.
53. (3.6.11.). Векторна діаграма трансформатора.
54. (3.6.12.). Дослідження та характеристики неробочого ходу.
55. (3.6.13.). Дослідження та характеристики короткого замикання.
56. (3.6.14.). Деякі питання роботи трансформатора під навантаженням.
57. (3.6.16.). Зміна вторинної напруги при навантаженні трансформатора.
58. (3.6.17.). Зовнішня характеристика трансформатора.
59. (3.6.18.). Втрати та коефіцієнт корисної дії трансформатора.
60. (3.6.19.). Деякі особливості схеми та конструкції трифазних трансформаторів.
61. (3.6.21.). Паралельна робота трансформаторів.
62. (3.6.22.). Несиметричні режими роботи трифазних трансформаторів.
63. (3.6.23.). Регулювання напруги трансформаторів.

Розділ 4. Електричні машини змінного струму [3. С. 130–184].

64. (4.1.). Трифазні обмотки змінного струму.
65. (4.1.1.). Конструкція трифазних обмоток. Створення обертового поля
66. (4.1.3.). Електрорушійні сили в обмотках статора.
67. (4.2.). Асинхронні машини.

68. (4.2.3.). Приведення робочого процесу асинхронної машини до робочого процесу трансформатора.
69. (4.2.4.). Векторні діаграми. Схеми заміщення. Енергетична діаграма. Втрати і коефіцієнт корисної дії; зв'язок з ковзанням.
70. (4.2.5.). Електромагнітний момент.
71. (4.2.6.). Кругова діаграма асинхронної машини.
72. (4.2.7.). Робочі характеристики асинхронних двигунів. Пуск і регулювання частоти обертання асинхронних двигунів.
73. (4.2.8.). Частотне регулювання напруги для живлення тягових асинхронних двигунів.
74. (4.2.9.). Гальмування асинхронних двигунів.
75. (4.2.10.). Неномінальні режими роботи асинхронних двигунів.
76. (4.2.11.). Поняття про однофазний асинхронний двигун.
77. (4.2.12.). Тягові і допоміжні асинхронні машини електрорухомого складу.
78. (4.3.). Синхронні машини.
79. (4.3.4.). Характеристики синхронних генераторів при автономній роботі.
80. (4.3.5.). Особливості роботи тягових синхронних генераторів на випрямне навантаження.
81. (4.3.6.). Поняття про паралельну роботу синхронних машин.
82. (4.3.7.). Регулювання коефіцієнта потужності синхронних машин.
83. (4.3.8.). Поняття про перехідні процеси в синхронних машинах.
- Примітка.
- В дужках вказані номери позначені в навчальній робочій програмі і у розділі І с. 4–8 даних методичних рекомендацій.

**5. КАРТА ОЦІНКИ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ ВИВЧЕННЯ
ДИСЦИПЛІНИ “ТЕОРІЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН”
СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 6.092202 “ЕЛЕКТРИЧНИЙ
ТРАНСПОРТ” СПЕЦІАЛІЗАЦІЯ “ЕЛЕКТРОВОЗИ ТА ЕЛЕКТРОПОЇЗДИ”
(ВСІ ФОРМИ НАВЧАННЯ)**

5.1. При підсумковому контролі у формі іспиту для студентів спеціальності 6.092202 “Електричний транспорт”

Таблиця 5.1.

3 семестр

Види самостійної роботи	Планові терміни	Форми контролю та звітності	Оцінка
1	2	3	4
Денна форма навчання			
1. Обов'язкові			
За систематичність і активність роботи на аудиторських і практичних заняттях			
1.1. Підготовка до аудиторських і лабораторних занять	За розкладом занять	Оцінка відповідей на аудиторських і лабораторних заняття, (експрес-опитування, міні-контроль)	

1	2	3	4
За виконання контрольних завдань			
1.2. Підготовка до виконання лабораторних занять	Тиждень; Тиждень	Перевірка правильності Виконання лабораторних занять	
За виконання завдань для самостійного опрацювання			
1.3. Виконання домашніх розрахункових завдань	За розкладом занять	Перевірка правильності виконання завдань	
1.4. Розробка відповідей за заданою темою дисципліни	За розкладом занять	Перевірка під час аудиторських занять	
Середня оцінка за розділ СРС			
II. Вибіркові			
За виконання завдань для самостійного опрацювання			
2.1. Аналітичний (критичний) огляд наукових публікацій (журналів, збірників статей конференцій) за однієї з тем дисципліни	За графіком	Оцінка результатів огляду публікацій під час аудиторських занять	
2.2. Написання самостійних робіт з сучасних літературних джерел за заданою тематикою	За розкладом занять або графіком	Обговорення (захист) самостійних робіт під час семінарських занять або консультацій	
2.3. Підготовка доповідей на наукових студентських конференціях за тематикою дисципліни	За терміном проведення конференцій	Доповідь на наукових конференціях або публікація у збірниках статей (тезисів)	

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4
Середня оцінка за розділ СРС			
Середня оцінка за семестр СРС			
Безвідривна форма навчання			
1. Обов'язкові			
За виконання контрольних завдань			
1.1. Підготовка до контрольного завдання	За розкладом сесії на практичних заняттях	Перевірка правильності виконання контрольного завдання	
За виконання завдань для самостійного опрацювання			
1.2. Виконання домашньої письмової роботи	За 10 днів до початку сесії або за графіком кафедри	Перевірка правильності виконання письмової роботи	
Середня оцінка за розділ СРС			
II. Вибіркові			
За виконання завдань для самостійного опрацювання			
2.2. Написання теоретичних висновків і задач тематикою дисципліни на підставі конкретних тем	За графіком	Оцінка правильності постановки умов і розв'язань під час проведення консультацій	

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4
2.1. Висвітлення практичних аспектів застосування теоретичних положень теорії електричних машин на практиці вітчизняних підприємств	За графіком	Оцінка результатів під час проведення заліків і консультацій	
Оцінка за розділ СРС			
Середня оцінка за семестр СРС			

5.2. При підсумковому контролі у формі поточного контролю (ПМК) для студентів спеціальності 6.092202 "Електричний транспорт"

6 семестр

Таблиця 5.2.

Види самостійної роботи	Планові терміни	Форми контролю та звітності	Оцінка
1	2	3	4
Денна форма навчання			
1. Обов'язкові			
За систематичність і активність роботи на аудиторних і лабораторних заняттях			
1.1. Підготовка до аудиторних і лабораторних занять	За розкладом занять	Оцінка відповідей на аудиторних і практичних заняттях, експрес-опитуваннях	
За виконання контрольних завдань			

1	2	3	4
1.2. Підготовка до виконання контрольних завдань	тиждень; тиждень	Перевірка правильності виконання модульних контрольних завдань	
За виконання завдань для самостійного опрацювання			
1.1. Виконання домашніх розрахункових завдань	За розкладом занять	Перевірка правильності виконання завдань	
1.2. Розробка тестів за заданою темою дисципліни	За розкладом занять	Перевірка під час аудиторних занять	
1.3. Пошук, підбір і огляд літературних джерел за заданою тематикою	За розкладом занять	Розгляд підготовлених матеріалів під час проведення аудиторних і лабораторних занять	
Середня оцінка за розділ СРС			
II. Вибіркові			
За виконання завдань для самостійного опрацювання			
2.1. Аналітичний (критич – ний) огляд наукових публікацій (журналів, збірників статей конференцій) за однією. з тем дисципліни	За графіком	Оцінка результатів огляду публікацій під час проведення аудиторних і лабораторних занять	
2.2. Написання есе з сучасних літературних джерел за заданою тематикою	За розкладом занять або за графіком	Обговорення (захист) есе під час проведення аудиторних і лабораторних занять або ІКР	

1	2	3	4
2.3. Підготовка доповідей на наукових студентських конференціях за тематикою дисципліни	За терміном проведення конференцій	Доповідь на наукових конференціях або публікація у збірниках статей (тезисів)	
Середня оцінка за розділ СРС			
Середня оцінка за семестр СРС			
безвідривна форма навчання			
1. Обов'язкові			
За виконання контрольних завдань			
1.1. Підготовка до виконання контрольного завдання	За розкладом сесії на практичних заняттях	Перевірка правильності виконання контрольного завдання	
За виконання завдань для самостійного опрацювання			
1.2. Виконання домашньої письмової роботи	За 10 днів до початку сесії або за графіком кафедри	Перевірка правильності виконання письмової роботи	
1.3. Пошук, підбір і огляд літературних джерел за заданою тематикою	За розкладом занять	Розгляд підготовлених матеріалів під час консультації	
Середня оцінка за розділ СРС			

1	2	3	4
II. Вибіркові			
За виконання завдань для самостійного опрацювання			
2.2. Написання практичних ситуацій і задач за тематикою дисципліни на підставі конкретних підприємств	За графіком	Оцінка правильності постановки умов і розв'язань під час семінарських занять	
2.1. Висвітлення практичних аспектів застосування теоретичних положень теорії електричних машин на практиці вітчизняних підприємств	За графіком кафедри	Оцінка результатів під час ІКР	
Середня оцінка за розділ СРС			
Середня оцінка за семестр СРС			

6. ПОРЯДОК ПОТОЧНОГО І ПІДСУМКОВОГО ОЦІНЮВАННЯ ЗНАТЬ СТУДЕНТІВ З ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Органічною складовою навчального процесу є систематичний, комплексний контроль й оцінювання якості набутих знань, умінь та практичних навичок студентів відповідно до вимог державних стандартів освіти, а також адаптації до загальноєвропейських вимог.

6.2. Система контролю й оцінювання знань студентів з дисципліни “Теорія електричних машин” розроблена відповідно до положення “Порядку оцінювання знань студентів ДЕГУТ з урахуванням вимог Вченої ради університету, наказів ректора.

6.3. Оцінювання знань з нормативної дисципліни “Теорія електричних машин” студентів спеціальності 6.092202 “Електричний транспорт”.

6.4. Оцінювання знань студентів з дисципліни “Теорія електричних машин” студентів спеціальності 6.092202 “Електричний транспорт” різного характеру і рівня складності, засвоєння якого перевіряється відповідно під час поточного контролю та на іспиті.

6.4.1. Завданням поточного контролю є перевірка розуміння та засвоєння викладеного матеріалу, набутих навичок проведення розрахункових робіт, умінь самостійно опрацьовувати тексти, здатності осмислювати зміст теми чи розділу, умінь публічно чи письмово представляти певний матеріал (презентація).

6.4.2. Завданням іспиту є перевірка розуміння студентом програмного матеріалу в цілому, логіки та взаємозв'язків між окремими розділами, здатності творчого використання накопичених знань, умінь сформулювати своє ставлення до певної проблеми навчальної дисципліни тощо.

6.5. Оцінювання знань здійснюється за 5 – бальною шкалою.

6.6. З нормативної дисципліни “Теорія електричних машин” студентів спеціальності 6.092202 “Електричний транспорт”.

6.7. З вибіркової дисципліни “Теорія електричних машин” для студентів спеціальності 6.092202 “Електричний транспорт”, де оцінювання знань студентів здійснюється за результатами поточного контролю, завдання оцінюються по 5 – бальною шкалою.

6.8. Поточний контроль на денній формі навчання здійснюється під час аудиторних, лабораторних і практичних занять, в процесі розгляду програмних питань у формах обговорення студентами актуальних питань дисципліни, аналізу ситуацій, оцінювання результатів їх самостійної роботи та індивідуальних завдань.

6.9. Матеріали для цих форм контролю за кожною темою містяться в розділі 3 Навчально-методичного посібника для самостійного вивчення дисципліни з нормативної дисципліни “Теорія електричних машин” для студентів спеціальності 6.092202 “Електричний транспорт”.

Але зміст задач і формулювання тестів для поточного контролю обов’язково щорічно оновлюються, змінюються у програмних завданнях для самостійної підготовки студентів та розміщуються в комп’ютерній мережі університету.

6.10. Система поточного контролю і оцінювання знань з нормативної дисципліни “Теорія електричних машин” для студентів спеціальності 6.092202 “Електричний транспорт” для студентів денної форми навчання спрямована на мотивацію активної роботи студентів протягом семестру, щоб набрати максимальну кількість балів включно (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

Критерії поточного контролю і оцінювання знань студентів денної форми навчання з нормативної дисципліни “Теорія електричних машин” студентів спеціальності 6.092202 “Електричний транспорт”

з/п	Види контролю	Умови оцінювання	Параметри оцінки	Кількість балів
1	2	3	4	5
1. Обов’язкові				
За систематичність і активність роботи в аудиторії				
1.1.	Міні-контроль, експрес-опитування, обговорення ситуацій, розв’язання задач	Не менше 70 % тем дисципліни	середня оцінка 4 і вище балів	
За виконання контрольних завдань				
1.2.	5-семестр	1-2 теми дисципліни	середня оцінка	
1.3.	6-семестр	3-7 теми дисципліни	середня оцінка	

Продовження табл. 6.1

1	2	3	4	5
За виконання завдань для самостійного опрацювання				
1.4.	Виконання домашніх розрахункових завдань	За завданням з визначених тем	<ul style="list-style-type: none"> • в цілому відповідає еталонному розв'язанню; • невірно розв'язана задача або розв'язана менше 50 % 	
1.5.	Складання тестів	За визначеною темою дисципліни	<ul style="list-style-type: none"> • відповідає вимогам • не відповідає вимогам 	
II. Вибіркові				
За виконання завдань для самостійного опрацювання				
2.1.	Аналітичний (критичний) огляд наукових публікацій (журналів, збірників статей конференцій)	За однієї з вибраних і узгоджених тем дисципліни	<ul style="list-style-type: none"> • відповідає вимогам • не відповідає вимогам 	
2.2.	Написання есе	За заданою темою	<ul style="list-style-type: none"> • відповідає вимогам • не відповідає вимогам 	
2.3.	Доповідь для наукової студентської конференції (участь в конкурсах, олімпіадах)	За тематикою дисципліни	Публікація тезисів (статті) у збірнику	

6.11. Система поточного контролю знань з вибіркової дисципліни “Теорія електричних машин” для студентів спеціальності 6.092202 “Електричний транспорт” спрямована на мотивацію активної роботи студентів денної та безвідривної форми навчання протягом семестру щоб набрати середній бал “5”(табл. 6.2).

Таблиця 6.2

Критерії поточного оцінювання знань студентів денної та безвідривної форм навчання з нормативної дисципліни “Теорія електричних машин” студентів спеціальності 6.092202 “Електричний транспорт” спеціалізація “Електровози та електропоїзди”

№ з/п	Види контролю	Умови оцінювання	Параметри оцінки	Результат
1	2	3	4	5
1. Обов'язкові				
За систематичність і активність роботи в аудиторії				
1.1.	Міні-контроль, експрес-опитування,	Не менше 70 % тем дисципліни > 60 % менше 50 %	Загальна середня оцінка: • “4” і вище балів • від “3” до “4” балів • менше 3 балів	
1.2.	Обговорення ситуацій	Не менш як з трьох тем повна > 70 % часткова > 60 % неповна відповідь	Загальна середня оцінка: • “4” і вище балів • від “3” до “4” балів • менше “3” балів	
1.3.	Розв'язання задач	за однією задачею не менш як з трьох тем	• повністю відповідає еталонному розв'язанню; • окремі неточності у формулах та результатах розрахунків; • невірно розв'язана задача або розв'язана менше 50 %	
За виконання контрольних завдань				
1.4.	5-й семестр	1-2 теми дисципліни	по оцінці контрольних завдань	
1.5.	6-й семестр	3-8 теми дисципліни	по оцінці контрольних завдань	
За виконання завдань для самостійного опрацювання				
1.6.	Виконання домашніх розрахункових завдань	За окремими індивідуальними завданнями	• повністю відповідає еталонному розв'язанню; • окремі неточності у формулах та результатах розрахунків; • невірно розв'язана задача або розв'язана менше 50 %	

Продовження табл. 6.2.

1	2	3	4	5
1.7.	Написання практичних ситуацій і задач	За тематикою дисципліни на підставі конкретних виробництв	<ul style="list-style-type: none"> • відповідає вимогам • є незначні відхилення • не відповідає вимогам 	
1.8.	Пошук, підбір і огляд літературних джерел	За заданою тематикою	<ul style="list-style-type: none"> • відповідає вимогам • є незначні відхилення • не відповідає вимогам 	
II. Вибіркові				
За виконання завдань для самостійного опрацювання				
2.1.	Аналітичний (критичний) огляд наукових публікацій (журналів, збірників статей)	За однією з і вибраних узгоджених тем дисципліни	<ul style="list-style-type: none"> • відповідає вимогам написання і високий рівень презентації • є незначні відхилення в оформленні і середній рівень презентації • недостатня кількість джерел для аналізу і середній рівень презентації • низький рівень підготовлених матеріалів та їх презентації • не відповідає вимогам або несвоєчасно представлена 	

Продовження табл. 6.2.

1	2	3	4	5
2.2.	Написання есе з сучасних літературних джерел	Одне есе за заданою тематикою	<ul style="list-style-type: none"> • відповідає вимогам написання і високий рівень презентації • є незначні відхилення в оформленні і середній рівень презентації • недостатня кількість джерел для аналізу і середній рівень презентації • низький рівень підготовлених матеріалів та їх презентації • не відповідає вимогам або несвоєчасно представлена 	
2.3.	Доповідь для наукової студентської конференції (участь в конкурсах, олімп.)	За тематикою дисципліни	публікація у збірниках статей (тезисів)	

6.12. За робочою програмою та планом-графіком занять з дисципліни після вивчення 1-2 та 3-7 тем передбачено проміжний контроль знань шляхом виконання комплексних контрольних робіт, які складаються з трьох блоків кожний (тестовий, теоретичний й практичний). Завдання для контрольних робіт комплектуються із теоретичних запитань і подібних практичних задач відповідних тем модулів, що містяться в розділі 3 Навчально-методичного посібника для самостійного вивчення дисципліни

6.13. Тривалість виконання контрольного завдання дві академічні години (80 хв).

6.14. У разі невиконання завдань поточного контролю з об'єктивних причин (хвороба, відрядження, паралельне навчання за кордоном, які підтверджені відповідно лікарняним листком, довідкою, листом) студент має право за дозволом декана скласти їх до останнього семінарського (практичного) заняття у час та порядку визначеного викладачем.

6.15. Результати поточних контролів мають зберігатися викладачем до моменту здачі студентом іспиту.

6.16. Результати поточного контролю знань студентів, які отримали оцінку від 3 до 5 балів включно, вносяться до відомості обліку поточної і підсумкової успішності, яка здається у деканат до останнього дня залікового тижня.

6.17. Підсумковий контроль знань студентів здійснюється у формі іспиту шляхом виконання письмових екзаменаційних завдань.

6.18. Оцінювання знань студентів здійснюється на основі суми результатів поточного і підсумкового контролю знань (іспиту).

6.19. На іспит виносяться вузлові питання, типові та комплексні задачі, ситуації, завдання, що потребують творчої відповіді та уміння синтезувати отримані знання і застосовувати їх при вирішенні практичних задач тощо.

6.20. Перелік питань, що охоплюють зміст програми дисципліни, критерії оцінювання екзаменаційних завдань доводяться до студентів на початку семестру.

6.21. Екзаменаційний білет містить 6 приблизно однакових за складністю завдань теоретичного та практичного характеру, що комплексно охоплюють весь матеріал дисципліни згідно з робочою навчальною програмою кожне з яких оцінюється за п'яти бальною шкалою 5,4,3 бали.

6.22. За формою і змістом завдання поділяються на два блоки. Перший блок іспитового завдання містить 3 теоретичних запитання, другий блок – 3 прикладні задачі. На теоретичні запитання, які мають послідовні 1,2,3 вимагається змістовна письмова відповідь. Прикладні задачі 4, 5, 6 потрібно розв'язати з приведенням формул й належними стислими поясненнями проведених розрахунків.

6.23. Результати іспиту оцінюються в діапазоні від 3 до 5 балів (включно).

3 бали - відповідь на два питання і рішення двох задач;

4 бали-відповідь на всі питання і рішення 2 задач;

5 балів-відповідь на всі питання і рішення всіх задач.

6.24. Загальна середня підсумкова оцінка з дисципліни складається з середнього балу за результати поточного контролю знань та за виконання завдань, що виносяться на іспит

6.25. До відомості обліку поточної і підсумкової успішності заносяться сумарні результати в балах поточного контролю та іспиту з урахуванням вимог, що викладені в п. 4.23.

6.26. Результати поточних контролів мають зберігатися викладачем до моменту заповнення відомості обліку успішності за поточним модульним контролем

6.27. Результати поточного контролю знань студентів, які отримали від 3 до 5 вносяться до відомості обліку успішності за поточним контролем, яка здається у деканат до останнього дня залікового тижня.

6.28. Перелік питань, що охоплюють зміст програми дисципліни, критерії оцінювання поточних завдань доводяться до студентів на початку семестру.

6.29. Критерії оцінювання знань:

- на 5 балів оцінюється відповідь, яка характеризує повне і глибоке засвоєння студентом теоретичного матеріалу або задача повністю відповідає

еталонному розв'язанню, методично правильно оформлена з належними стислими поясненнями проведених розрахунків з висновками.

- на 4 бали оцінюється в цілому привільна відповідь, але неповна за змістом або має окремі неточності в формулюваннях, використанні розрахункових формул, помилок у визначенні проміжних й кінцевих результатів. Розв'язання задачі виконане не менше ніж на 50 %. Для тестової частини завдання за частину правильних відповідей у межах від 50 до 79 %;

- на 3 бали оцінюється відповідь, яка свідчить про невисокий рівень знання матеріалу і розкриває зміст питання не менше, ніж на 50 %, та розв'язані задачі не менше ніж на 50 %.

- на 2 бали оцінюється відповідь, яка свідчить про низький рівень знання матеріалу і розкриває зміст питання менше, ніж на 50 % або невірно розв'язані задачі або розв'язані менше ніж на 50 %.

6.30. До відомості обліку поточної і підсумкової успішності заносяться сумарні результати в балах поточного контролю та іспиту. Оцінка за національною шкалою (5 бальною) виставляється в відомість обліку поточної і підсумкової успішності поряд із загальною підсумковою оцінкою.

6.30.1. Порядок ліквідація академічної заборгованості з іспиту:

- студенти, які отримали оцінку менше 3 балів після належної підготовки мають право повторно скласти іспит за власною заявою та дозволу деканату.

Перескладання іспиту з дисципліни дозволяється двічі, але якщо студент не пересклав іспит двічі, то він зобов'язаний повторно вивчити дисципліну і знову скласти іспити (востаннє);

- студенти, які набрали за результатами поточного і підсумкового контролю менше 3 балів зобов'язані написати заяву на повторне вивчення дисципліни на різних формах навчання свого чи іншого факультету і там скласти іспит. Студентам також дозволяється написати заяву на індивідуально – консультативну роботу з викладачем і згідно з направленням деканату отримувати та здавати викладачу під час консультацій виконані завдання тощо і набрати бали поточної успішності та в кінці семестру згідно з графіком затвердженим деканом здати іспит.

Якщо студент після повторного вивчення не склав іспит, то йому дозволяється скласти іспит за заявою востаннє. Повторне складання іспиту допускається не більше двох разів з кожної дисципліни один раз викладачу, другий – комісії, яка створюється деканом факультету. Складання іспиту комісії відбувається виключно за мотивованою заявою студента або викладача.

6.30.2. Порядок ліквідація академічної заборгованості з підсумкового контролю:

- студенти, які набрали за результатами поточного контролю менше 3 балів зобов'язані написати заяву на повторне вивчення дисципліни на різних формах навчання свого чи іншого факультету і в кінці семестру згідно з графіком затвердженим деканом отримати підсумковий модульний контроль.

Академічну заборгованість студент має право ліквідувати до закінчення навчання на бакалаврському циклі.

7. ОСОБЛИВОСТІ ПОТОЧНОГО КОНТРОЛЮ ЗНАТЬ СТУДЕНТІВ БЕЗВІДРИВНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ

7.1. Система поточного контролю і оцінювання знань з нормативної дисципліни “Теорія електричних машин” студентів спеціальності 6.092202 «Електричний транспорт» спрямована на мотивацію самостійної роботи студентів безвідривної форми навчання протягом семестру щоб успішно вивчити матеріал дисципліни (табл. 7.1).

Таблиця 7.1

Система поточного контролю і оцінювання знань студентів заочної форми навчання нормативної дисципліни “Теорія електричних машин” студентів спеціальності 6.092202 “Електричний транспорт”

№ з/п	Види контролю	Умови оцінювання	Параметри оцінки	Кількість балів
1	2	3	4	5
1. Обов'язкові				
За виконання контрольних завдань				
1.1.	Поточний контроль	1-2 теми дисципліни		
За виконання завдань для самостійного опрацювання				
1.3.	Виконання домашньої письмової роботи	За завданням з визначених тем	<ul style="list-style-type: none"> • повністю відповідає вимогам еталона за теорією і розрахунками; • є незначні відхилення в оформленні і розрахунках; • окремі неточності у посиланнях на джерела, написанні формул та результатах розрахунків; • не відповідає вимогам за теорією і невірне розв'язання задач 	

1	2	3	4	5
II. Вибіркові				
За виконання завдань для самостійного опрацювання				
2.1.	Написання практичних ситуацій і задач за тематикою дисципліни на підставі конкретних виробництв	За однієї з вибраних і узгоджених тем дисципліни	<ul style="list-style-type: none"> • відповідає вимогам • не відповідає вимогам 	
2.2.	Висвітлення практичних аспектів застосування теоретичних положень на практиці вітчизняних підприємств	За тематикою дисципліни	<ul style="list-style-type: none"> • відповідає вимогам • не відповідає вимогам 	

7.2. Система поточного контролю і оцінювання знань з вибіркової дисципліни “Теорія електричних машин” студентів спеціальності 6.092202 “Електричний транспорт” спеціалізація “Електровози та електропоїзди” спрямована на мотивацію самостійної роботи студентів заочної форми навчання протягом семестру щоб отримати оцінку від 3 до 5 балів (табл. 7.2).

Таблиця 7.2

Система поточного контролю і оцінювання знань студентів заочної форми навчання спеціальності 6.092202 “Електричний транспорт”

№ з/п	Види контролю	Умови оцінювання	Параметри оцінки	Кількість балів
1	2	3	4	5
1. Обов’язкові				
За виконання контрольних				
1.1.	Поточний контроль	1-7 теми дисципліни		

1	2	3	4	5
За виконання завдань для самостійного опрацювання				
1.3.	Виконання домашньої письмової роботи	За завданням з визначених тем	<ul style="list-style-type: none"> • повністю відповідає вимогам еталона за теорією і розрахунками; • є незначні відхилення в оформленні і розрахунках; • окремі неточності у посиланнях на джерела, написанні формул та результатах розрахунків; • неповна за змістом помилками у визначенні проміжних й кінцевих результатів; відповідає мінімальним вимогам за теорією, розв'язання задач на 50 %; суттєві порушення вимог за теорією і помилки в розрахунках; 	

1	2	3	4	5
			<ul style="list-style-type: none"> • не відповідає вимогам і невірне розв'язання задач 	
1.4.	Пошук, підбір і огляд літературних джерел	За заданою тематикою	<ul style="list-style-type: none"> • повністю відповідає вимогам; • не повністю відповідає вимогам; • не відповідає вимогам 	
II. Вибіркові				
За виконання завдань для самостійного опрацювання				
2.1.	Аналітичний (критичний) огляд наукових публікацій (журналів, збірників статей конференцій)	За однієї з вибраних і узгоджених тем дисципліни	<ul style="list-style-type: none"> • відповідає вимогам написання і високий рівень презентації • є незначні відхилення в оформленні і середній рівень презентації • недостатня кількість джерел для аналізу і середній рівень презентації • низький рівень підготовлених матеріалів та їх презентації • не відповідає вимогам або несвочасно представлена 	
2.2.	Написання практичних ситуацій і задач	За тематикою дисципліни на підставі конкретних виробництв	<ul style="list-style-type: none"> • відповідає вимогам начального застосування • мають місце окремі неточності • середній рівень якості матеріалів • низький рівень матеріалів • не відповідає вимогам начального застосування 	

8. ЗРАЗОК ЕКЗАМЕНАЦІЙНОГО БІЛЕТА

Зразок

ДЕРЖАВНИЙ ЕКОНОМІКО ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТУ

Кафедра «Тяговий рухомий склад залізничного транспорту»
Дисципліна «Теорія електричних машин»

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №

1. Питання з теорії електричних машин постійного струму
2. Питання з теорії трансформаторів
3. Питання з теорії електричних машин змінного струму
4. Задача. Розрахувати параметри і побудувати характеристики електричних машин постійного струму
5. Задача. Розрахунок параметрів і побудова характеристик трансформаторів
6. Задача. Розрахунок параметрів і побудова характеристик електричних

Список рекомендованої літератури

№	Автор, назва, видавництво, рік видання	Примітка
1	<i>Волдек А.И.</i> Электрические машины. – М.: Энергия, 1979.-767с.	
2	<i>Міліх В.К., Шавьолкін К.Н.</i> Електротехніка, електроніка та перетворювальна техніка 2006 р.- 465 с.	
3	<i>Дубинець Л.В., Момот О.І., Маренич О.Л.</i> Електричні машини. Трансформатори. Асинхронні машини. – Дніпропетровськ: Вид. Дніпропетровський національний уні-тет зал.тр-ту. 2004.-207с.	
4	<i>Дубинець Л.В., Момот О.І., Маренич О.Л.</i> Електричні машини. Синхронні машини. Машини постійного струму. – Дніпропетровськ: Вид. Дніпропетровський національний ун-тет зал.тр-ту, 2007.-200 с.	
5	<i>Сергеев П.С.</i> и др. Проектирование электрических машин. – М: Энергия, 1969. – 259 с.	
6	<i>Данку А., Фаркаш А., Надь Л.</i> Электрические машины: Сборник задач и упражнений.- М.: 1984. – 360 с., ил.	

Програму розробив: Доцент кафедри ТРС ЗТ

В. І. Данилевський

Навчально-методичне видання

Володимир Ілліч Данилевський

ТЕОРІЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН

Методичні рекомендації
щодо змісту та організації самостійної роботи студентів,
поточного і підсумкового контролю їхніх знань
за фаховим спрямуванням бакалавра
для спеціальностей 7.092202 «Електричний транспорт»
спеціалізація «Електровози та електропоїзди»
для всіх форм власності

Відповідальний за випуск: Данилевський В. І., к. т. н., доцент кафедри
«Тяговий рухомий склад залізничного транспорту»

Редактор : Н. В. Щербак
Верстка В. О. Андрієнко

Підписано до друку 09.04.09. Формат 60/84/16. Папір офсетний.
Спосіб друку – ризографія. Зам. № 152-09. Тираж 100 прим.

Надруковано в Редакційно-видавничому центрі ДЕГУТ
Свідоцтво про реєстрацію Серія ДК № 3079 від 27.12.2007.
03049, м. Київ-49, вул. Миколи Лукашевича, 19.

