

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ТРАНСПОРТНИЙ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

СИЛАБУС

вивчення дисципліни

«Гібридні енергоустановки та тяговий електропривод кар'єрної техніки»

для здобувачів першого рівня (бакалавр) вищої освіти

Галузь знань: 27 «Транспорт»

Спеціальність: 275 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»

Освітньо-професійна програма: «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»

Мова викладання: українська

Лектор і викладач практичних занять: Веснін Артем Вячеславович – доцент кафедри автомобільного транспорту, кандидат технічних наук.

E-mail: vesnin@knu.edu.ua

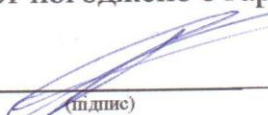
Контактний телефон: (+38) 0677236876

Кафедра автомобільного транспорту знаходиться у корпусі № 4 КНУ (Кривий Ріг, в Пушкіна, 44), ауд. 1-3.

Завідувач кафедри: Монастирський Юрій Анатолійович, доктор технічних наук, професор.

Робочий телефон: (+38) 056 409 7841 (каф. АТ)

Зміст погоджено з гарантом ОПІ


(підпис)

/В.О. Сістук/

« 10 » вересня 2020 р.

1. Опис навчальної дисципліни

Опис основних характеристик навчальної дисципліни наведено у табл. 1.1.
Таблиця 1.1.

Опис навчальної дисципліни «Гібридні енергоустановки та тяговий електропривод кар'єрної техніки»

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни			
		денна форма навчання	денна скорочена форма навчання	заочна форма навчання	заочна скорочена форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань 275 «Транспорт»	<i>Фахової підготовки, вибіркова</i>			
Модулів – 2	Спеціальність: 275 «Транспортні технології» (на автомобільному транспорті)	Рік підготовки:			
Змістових модулів – 2		2-й	1-й	2-й	1-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання - не передбачене		Семестр			
Загальна кількість годин – 120		3-й	1-й	3-й	1-й
		Лекції			
Тижневих годин для денної форми навчання: Аудиторних - 2 самостійної роботи студента – 5,5	Освітньо-кваліфікаційний рівень: - бакалавр	16- год.	16- год.	4 - год.	4 - год.
		Практичні, семінарські			
		16- год.	16- год.	4 - год.	4- год.
		Лабораторні			
		-	-	-	-
		Самостійна робота			
		88 год.	88 год.	112 год.	112 год.
Індивідуальні завдання: -					
Вид контролю: залік					

Примітки.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 32/88 (26,6%/73,4%);

для заочної форми навчання -8/112 (6,6%/93,3%).

2. Місце дисципліни в структурі освітньо-професійної програми

Викиди відпрацьованих газів двигунів внутрішнього згорання завдають навколишньому середовищу непоправну шкоду, крім того, зменшення

запасів нафти та газу, постійне подорожчання пального змушує виробників транспортних засобів вести активні пошуки рішень спрямованих на підвищення енергетичної ефективності силових установок. Тому, в автомобілебудуванні на сьогоднішній час, приділяється дуже серйозна увага питанням створення ресурсозберігаючих та екологічно чистих транспортних засобів з фактично нульовими викидами шкідливих речовин.

Зазначені тенденції повністю віддзеркалюються і на специфічну великовантажну кар'єрну автотехніку. Сучасні кар'єрні самоскиди вантажопідйомністю понад ста тон оснащуються енергоефективною гібридною силовою установкою зі специфічною електромеханічною трансмісією. До того ж, постійне збільшення електричних та електронних систем контролю та поліпшення функціональних можливостей зазначеної техніки, з величезним різноманіттям функцій, зажадало змін підходів та методів експлуатації та усуненні їх елементарних несправностей. В зв'язку з цим, виникає нагальна потреба в фахівцях які чітко розуміють специфічні схеми побудови та основні принципи функціонування таких високотехнологічних машин, для забезпечення їх якісної та ефективної експлуатації.

Метою дисципліни «Гібридні енергоустановки та тяговий електропривод кар'єрної техніки» є ознайомлення студентів з основами теорії роботи та доцільністю застосування альтернативних, гібридних силових установок на автотранспортній техніці, а також надання студентам знань з напрямків, тенденцій та теорії розвитку силових установок великовантажної кар'єрної автотранспортної техніки, особливостей будови, експлуатації складових гібридної силової установки та електромеханічної трансмісії кар'єрних автосамоскидів.

Основні завдання викладення курсу: навчити студентів вільно орієнтуватися у специфіці конструкції, теорії роботи, функціонуванні і експлуатації гібридних та електричних силових установок автомобілів; визначати межі ефективного використання великовантажної кар'єрної авто техніки на основі аналізу процесів перетворення енергії в електричних машинах і апаратах тягового електроприводу, і вже на цьому підґрунті, знаходити шляхи підвищення ефективності та безпеки експлуатації зазначених автотранспортних засобів.

Пререквізити: дисципліна «Гібридні енергоустановки та тяговий електропривод кар'єрної техніки» є професійною. Перед вивченням дисципліни доцільним є отримання знань з дисциплін: «Фізика» та «Загальний курс транспорту». Дисциплін, що вивчаються паралельно: «Транспортні засоби», «Автомобілі. Основи конструкції» та «Кар'єрні самоскиди та спецавтотранспортні засоби».

Постреквізити: засвоєний здобувачами матеріал в результаті вивчення навчальної дисципліни «Гібридні енергоустановки та тяговий електропривод кар'єрної техніки» може бути підґрунтям для якісного вивчення таких дисциплін як «Експлуатація та обслуговування машин», «Технічна експлуатація автомобілів», «ГТУ експлуатації автомобільного транспорту в

кар'єрах», «Вантажопідйомна транспортуюча та транспортна техніка», «Сучасні інформаційні комп'ютерні технології на транспорті» та інші. Крім того, передбачається використання отриманих знань при виконанні випускної роботи бакалавра.

3. Перелік планованих результатів навчання, співвіднесених з планованими результатами освоєння освітньо-професійної програми

Завданнями дисципліни є:

навчити студентів вільно орієнтуватися в питаннях особливостей функціонування, специфіці будови, технічних рішень, теорії процесів перетворення енергії та безпечної експлуатації альтернативних, гібридних силових установок автотранспортної техніки; відпрацювати алгоритми роботи електричних машин та апаратів тягового електроприводу кар'єрної автотранспортної техніки для встановлення меж їх ефективного використання та визначення напрямків подальшого розвитку силових установок великовантажної техніки.

Дисципліна спрямована на розширення фахових компетенцій здатністю вільно орієнтуватися в питаннях специфіці будови, особливостей функціонування, та безпечної експлуатації, гібридних силових установок автотранспортної техніки; та тягового електроприводу кар'єрної автотехніки,

та отримання таких результатів навчання:

- навички якісної, ефективної та безпечної експлуатації гібридних силових установок автотранспортної техніки; та тягового електроприводу кар'єрної техніки у межах своєї професійної діяльності.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

знати - призначення, класифікацію та склад гібридних та електричних силових установок, що застосовуються або можуть бути застосовані в автотранспортній техніці; особливості конструкції функціонування та теоретичні аспекти специфіки експлуатації сучасних тягових електроприводів кар'єрної техніки.

вміти - орієнтуватися у специфіці конструкції, теорії роботи, функціонуванні і експлуатації гібридних та електричних силових установок автомобілів; визначати межі ефективного використання великовантажної кар'єрної авто техніки на основі аналізу процесів перетворення енергії в електричних машинах і апаратах тягового електроприводу.

4. Тематичний план дисципліни

Контрольний модуль 1.

Змістовий модуль №1. Гібридні енергоустановки автотранспортних засобів. Теорія роботи, особливості будови та функціонування.

Тема 1. Загальні відомості про гібридизацію автотранспортних засобів.

Основні відомості та обґрунтування доцільності застосування альтернативних, гібридних та електричних силових установок на автотранспортній техніці. Тенденції створення екологічно чистого та енергетично ефективного транспортного засобу.

Тема 2. Схемні рішення побудови гібридних силових установок.

Структурні схеми гібридних силових установок з використанням стартер-генераторів. Структурні схеми гібридних силових установок з застосуванням електромашин різної потужності. Структурні схеми гібридних силових установок транспортної техніки з декількома тяговими електричними машинами. Структурні схеми гібридних установок без кінематичного зв'язку ДВЗ з ведучими колесами транспортної техніки.

Тема 3. Класифікація трансмісій транспортних машин з гібридною силовою установкою.

Послідовна схема підключення двигуна й накопичувача до привода. Паралельна схема підключення двигуна й накопичувача до привода. Послідовно-паралельні схеми підключення двигуна й накопичувача до привода. Розташування компонентів гібридної трансмісії при різних схемах підключення двигуна й накопичувача до привода. Теорія функціонування гібридних трансмісій різних схем.

Тема 4. Аналіз доцільності застосування гібридних технологій на великовантажній кар'єрній автотехніці.

Питання подвійного перетворення енергії при застосуванні трансмісій без механічного зв'язку ДВЗ з ведучими колесами. Обґрунтування зменшення питомої витрати пального та збільшення загальної ефективності машини при використанні гібридних технологій. Особливості конструювання гібридних трансмісій для великовантажної техніки.

Контрольний модуль 2.

Змістовий модуль №2. Тяговий гібридний електропривод великовантажних кар'єрних автосамоскидів.

Тема 5. Особливості транспортування та експлуатаційні умови роботи кар'єрної автотехніки.

Загальні відомості щодо транспортних циклів та технологічних схем транспортування сипких вантажів кар'єрними автосамоскидами. Теоретичні основи застосування гібридного електромеханічного приводу. Питання ефективності і екологічності роботи великовантажних автосамоскидів.

Тема 6. Загальні положення, характеристики, вимоги та конструкційні схеми тягового електроприводу великовантажних автосамоскидів.

Основні показники та характеристики тягового електроприводу. Вимоги до тягового приводу кар'єрних самоскидів. Залежності потужностей

силової установки і приводу від вантажопідйомності машини. Обґрунтування переваг застосування електромеханічної трансмісії. Типи електромеханічних трансмісій постійного і змінного струму. Особливості компоновання компонентів електромеханічного приводу. Масагабаритний баланс автосамоскида.

Тема 7. Тяговий електропривод змінно-постійного струму.

Електричні машини тягового приводу.

Призначення та основні компоненти тягового електроприводу. Основні та додаткові режими роботи приводу. Електричні машини тягового приводу. Тягові генератори різних типів. Особливості будови, роботи та експлуатації тягових генераторів. Тягові електродвигуни різних типів. Особливості будови, роботи та експлуатації тягових електродвигунів. Датчики частоти обертання тягових генераторів та тягових електродвигунів.

Тема 8. Електричні апарати тягового електроприводу кар'єрних автосамоскидів. Напрямки розвитку гібридних технологій кар'єрної техніки.

Ходовий та гальмівний командоконтролери, призначення, будова, режими роботи. Електропневматичні контактори постійного струму призначення, будова, режими роботи. Електромагнітні контактори, призначення, будова, режими роботи. Шафи керування та установки гальмівних резисторів, призначення, будова, режими роботи. Системи вентиляції і охолодження тягового електроприводу. Функціональні схеми електроприводу кар'єрних самоскидів з комбінованим джерелом живлення. Перспективні напрямки поліпшення основних показників приводного електрообладнання кар'єрної техніки. Шляхи вдосконалення електромеханічної трансмісії кар'єрних самоскидів. Питання безпечної експлуатації тягового електроприводу кар'єрної техніки.

5. Структура курсу

Структуру викладання курсу дисципліни «Гібридні енергоустановки та тяговий електропривод кар'єрної техніки» наведено у табл. 5.1.

Таблиця 5.1.

Структура курсу «Гібридні енергоустановки та тяговий електропривод кар'єрної техніки»

Тижні	Теми занять	Години	Теми С.Р.С., терміни виконання
1.	2.	3.	4.
1-2	Тема 1. Загальні відомості про гібридизацію автотранспортних засобів.	лекцій-2 год. практик-2 год.	Загальне поняття та доцільність застосування альтернативних енергосилових установок автотранспортній техніці. Поняття «синергетичне використання силових машин» і «рекуперація енергії» та яким чином це відноситься до роботи транспортних машин., 2 – тиждень.

1.	2.	3.	4.
2-4	Тема 2. Схемні рішення побудови гібридних силових установок.	лекцій-2 год. практик-2 год.	Основні принципи використання гібридних енергосилових установок на автомобілях. Аналіз основних схем побудови гібридних силових установок автотранспортних машин., 3-4 – тиждень.
4-6	Тема 3. Класифікація трансмісій транспортних машин з гібридною силовою установкою.	лекцій-2 год. практик-2 год.	Аналіз класифікації електротрансмісій по методу підключення накопичувача до приводу електротрансмісії. Обґрунтування доцільності застосування, різновидів конструкції силових установок машин з визначенням переваг і недоліків кожної структурної схеми побудови., 5-6 – тиждень.
6-8	Тема 4. Аналіз доцільності застосування гібридних технологій на великовантажній кар'єрній автотехніці.	лекцій-2 год. практик-2 год.	Доцільність та перспективи використання гібридної силової установки без кінематичного зв'язку ДВЗ з ведучими колесами на великовантажній кар'єрній техніці. Аналіз схеми побудови гібридної силової установки без кінематичного зв'язку ДВЗ з ведучими колесами. Доцільність застосування, переваги і недоліки., 7-8 – тиждень.
8-10	Тема 5. Особливості транспортування та експлуатаційні умови роботи кар'єрної автотехніки.	лекцій-2 год. практик-2 год.	Обґрунтування необхідності застосування гібридного приводу на великовантажних кар'єрних самоскидах. Узагальнення специфіки експлуатаційних умов роботи кар'єрної техніки з електромеханічною трансмісією., 9-10 – тиждень.
10-12	Тема 6. Загальні положення, характеристики, вимоги та конструкційні схеми тягового електроприводу велико-вантажних автосамоскидів.	лекцій-2 год. практик-2 год.	Аналіз основних вимог до тягового електроприводу великовантажної автотехніки. Узагальнення конструкційних та компоновальних схем тягового електроприводу для кар'єрних автосамоскидів. Перспективи використання схем приводу з живленням від зовнішнього джерела (дизель-тролейвози) , 11-12 – тиждень.
12-14	Тема 7. Тяговий електропривод змінно-постійного струму. Електричні машини тягового приводу.	лекцій-2 год. практик-2 год.	Обґрунтування доцільності застосування гібридного приводу самоскида з використанням змінно-постійного струму. Аналіз особливостей функціонування електричних машин, що входять до силового ланцюга кар'єрного автосамоскида. 13-14 – тиждень.
14-16	Тема 8. Електричні апарати тягового електроприводу кар'єрних автосамоскидів. Напрямки розвитку гібридних технологій кар'єрної техніки.	лекцій-2 год. практик-2 год.	Узагальнення напрямків поліпшення експлуатаційних показників та вдосконалення гібридних трансмісій кар'єрного автотранспорту. Аналіз питань безпечної експлуатації тягового приводу кар'єрної техніки., 15 - тиждень

Методи навчання: лекція, дискусія, відео-презентації, навчальні відеоматеріали, ілюстрації, наочні посібники та діюче обладнання, спостереження, виконання практичних робіт.

Методи контролю: співбесіда, перевірка робіт.

Для здобувачів заочної форми навчання самостійна робота полягає у виконанні домашньої контрольної роботи. На виконання домашньої контрольної роботи здобувачам заочної форми навчання відводиться 30 годин. В межах цього часу передбачається виконання завдання, що містить три широких теоретичних питання.

Приклад тематики самостійних робіт для виконання здобувачами заочної форми навчання наведено у табл. 5.2.

Таблиця 5.2.

Приклад завдання з дисципліни «Гібридні енергоустановки та тяговий електропривод кар'єрної техніки» для самостійного виконання здобувачами заочної форми.

№ з/п	Теми, що розглядаються у самостійній роботі	Кількість годин
1.	Основні принципи та особливості роботи plug-in гібридів.	10
2.	Загальні принципи побудови гібридного приводу автотранспортних засобів (послідовна, паралельна, послідовно-паралельна схеми побудови).	10
3.	Особливості примусового охолодження тягового генератора та тягових електродвигунів автосамоскидів.	10
Разом		30

6. Навчальні бази (лабораторії, аудиторії)

Навчальна база викладання дисципліни «Гібридні енергоустановки та тяговий електропривод кар'єрної техніки» складається з аудиторій 1-12 та 1-10 корпусу № 4 (Кривий Ріг, вул. Пушкіна, 44), які обладнано відповідним чином. В тематичній спеціалізованій аудиторії 1-12, у разі необхідності, встановлюється мультимедійне обладнання. Ця аудиторія використовується як потокова аудиторія для проведення лекцій. Аудиторія 1-10 має широкий спектр наочного обладнання та діючих зразків складових елементів гібридних енергосилових установок і використовується для проведення практичних занять та консультацій з проблемних питань. Крім того, в аудиторії встановлене мультимедійне обладнання, яке дозволяє здійснювати поєднання практичних занять з показом необхідного презентаційного матеріалу та візуалізацією реальних процесів експлуатації гібридної великовантажної техніки.

Стан приміщень в яких проводиться викладання дисципліни «Гібридні енергоустановки та тяговий електропривод кар'єрної техніки» засвідчено санітарно-технічними паспортами які відповідають існуючим нормативним актам. Наявна вся необхідна соціально-побутова інфраструктура.

7. Освітні технології

Реалізація комплексного підходу до вивчення дисциплін передбачає широке використання в навчальному процесі здобувачів бакалаврського рівня вищої освіти традиційних освітніх технологій в поєднанні з активними та інтерактивними формами проведення занять. Питома вага занять, що

проводяться в інтерактивних формах, складає не менше 50% аудиторних занять.

В рамках вивчення даної дисципліни використовуються:

- мультимедійні освітні технології: інтерактивні лекції (презентації) з використанням програми (*Microsoft Office Power Point*); перегляд відеороликів за окремими пунктами тем занять, використання електронних посібників;

- наочні освітні технології: лекційні та практичні заняття проводяться з обов'язковим застосуванням наочних посібників у вигляді реальних складових компонентів гібридних енергосилових установок; діюче обладнання дозволяє проводити спостереження за робочими процесами систем та їх окремими елементами;

- діалогові технології: проведення проблемних лекцій, організація групових дискусій, використання так званого «мозкового штурму».

8. Політика і процедури академічної поведінки та етики

При викладанні дисципліни «Гібридні енергоустановки та тяговий електропривод кар'єрної техніки» викладач повинен дотримуватись вимог Кодексу честі викладача (<http://www.knu.edu.ua/n01matyvna-baza/kodeksy>), а здобувач вищої освіти Кодексу честі студента (<http://www.knu.edu.ua/nopmatyvna-baza/kodeksy>). Крім того, необхідно дотримуватися таких правил:

1. Не спізнюватися на заняття; перед початком заняття вимкнути звук засобів зв'язку (мобільний телефон, смарт-годинник тощо).

2. Не пропускати заняття без поважної причини, у разі відсутності необхідно попередити викладача та опрацювати необхідний матеріал самостійно.

3. Здійснювати попередню підготовку до лекційних та практичних занять згідно з переліком рекомендованої літератури.

4. Згідно з календарним графіком навчального процесу здавати всі види контролю.

5. Брати активну участь в навчальному процесі.

6. Бути терпимими, відвертими і доброзичливими до однокурсників та викладачів, а також відкритими до конструктивної критики з боку робітників навчального закладу.

7. У процесі навчання дотримуватись принципів академічної доброчесності.

Для осіб з обмеженими можливостями здоров'я підбір та розробка навчальних матеріалів надається в різних формах: для здобувачів з вадами слуху більша частина інформації може бути представлена візуально, а для здобувачів з порушенням зору - аудіально. Для осіб з вадами зору зображення дрібних об'єктів представляється у формі екранних презентацій. Крім того, спілкування викладача зі здобувачами з обмеженими можливостями може здійснюватися за допомогою дистанційних технологій (мережі Інтернет,

електронної пошти). Вибір місць виконання практичних завдань здійснюється з урахуванням можливого обмеження можливостей здоров'я того, хто навчається.

9. Розподіл балів та політика нарахування оцінок

Оцінювання знань студентів із навчальної дисципліни «Гібридні енергоустановки та тяговий електропривод кар'єрної техніки» здійснюється шляхом проведення контрольних заходів, які включають поточний та підсумковий контроль.

Поточний контроль здійснюється на початку кожної лекції та під час проведення практичних занять шляхом опитування попереднього матеріалу згідно з робочим планом навчальної дисципліни.

Підсумковий контроль знань з дисципліни «Гібридні енергоустановки та тяговий електропривод кар'єрної техніки» здійснюється у формі заліку. Такий порядок контролю і оцінювання знань застосовується щодо студентів денної форми навчання. При заочному навчанні контроль і оцінювання знань є підсумковим і здійснюється в формі заліку.

Об'єктом оцінювання знань студентів є програмний матеріал дисципліни різного характеру і рівня складності, засвоєння якого відповідно перевіряється під час поточного контролю і при проведенні остаточного заліку.

Загальні критерії поточного і підсумкового оцінювання знань студентів з дисципліни розроблені відповідно до наказу МОН України № 179 від 13.02.2019 р. «Про затвердження форм документів з підготовки фахівців у закладах вищої освіти», Положення про організацію навчального процесу в навчальному закладі «Криворізький національний університет» (ухвалене та затверджене вченою радою університету, протокол №5 від 28.01.2020 р.).

1. Поточний контроль. В процесі поточного контролю здійснюється перевірка запам'ятовування, розуміння та освоєння програмного матеріалу, набуття вміння і фахових навичок у конкретних питаннях курсу. Також постійно здійснюється контроль вміння студента здійснювати обґрунтування основних принципів роботи складових елементів гібридних машин та електромеханічної трансмісії кар'єрних автосамоскидів. Допускається здійснення такого контролю методом підготовки індивідуальних доповідей та рефератів (тематика питань для доповідей та написання рефератів пропонується до кожної теми курсу).

Об'єктами поточного контролю знань студента є:

1. систематичність та активність роботи на лекційних та практичних заняттях;
2. виконання завдань для самостійного опрацювання;
3. системність та сумлінність роботи студента на практичних заняттях;
4. виконання модульних (контрольних занять).
5. виконання будь яких альтернативних завдань для підвищення рейтингу студента.

При контролі систематичності та активності роботи на лекційних заняттях оцінці підлягають: рівень набутих знань продемонстрований у дискусіях, усних та письмових відповідях, системність та сумлінність при виконанні практичних робіт, а також, результати можливого експрес контролю.

Перевірку й оцінювання знань студентів викладач проводить у наступних формах:

1. Опитування у формі дискусії на лекційних заняттях;
2. Експрес опитування, 5...7 хв. на практичних заняттях;
3. Виконання КМР;
4. Оцінювання самостійної роботи студентів у вигляді опитування, підготовки доповідей, рефератів.

При контролі виконання завдань для самостійного опрацювання оцінці підлягають: самостійне опрацювання тем в цілому, або окремих питань, проведення поглибленого аналізу роботи компонентів гібридних силових установок та електромеханічної трансмісії кар'єрних автосамоскидів, формування презентацій.

При виконанні модульних (контрольних) робіт оцінці підлягають: виконання письмових тестових завдань під час проведення контрольних робіт. У таблиці 9.1. наведено структуру накопичувальної рейтингової системи поточного оцінювання знань з курсу «Гібридні енергоустановки та тяговий електропривод кар'єрної техніки».

Кількість балів за кожною темою визначено диференційовано, з урахуванням кількості годин на її вивчення і структури навчальних завдань. У загальну кількість балів за темою включено оцінювання успішності на практичних заняттях та виконання самостійної роботи.

В таблиці 9.1. наведена максимальна кількість балів за повне і правильне виконання навчальних завдань за темою, а їх диференціація при фактичному оцінюванні знань здійснюється викладачем з використанням наступної шкали:

- в межах 90...100 % - 100 % максимальної оцінки (оцінка «відмінно»);
- в межах 71...89 % - 80 % максимальної оцінки (оцінка «добре»);
- в межах 50...70 % - 60 % максимальної оцінки (оцінка «задовільно»);
- виконання усіх завдань менш ніж на 50% - 0 балів (оцінка «незадовільно»).

Об'єктами додаткового заохочення роботи студентів денної форми навчання може бути виконання тематичних рефератів спрямованих на більш глибоке опрацювання тем змістовних модулів, підготовка публікацій для студентських конференцій за тематикою дисципліни, участь у роботі студентських наукових конференцій, а також предметних олімпіадах з додаванням додаткових від 2 до 10 балів (в залежності від результативності).

Загальна оцінка за поточну успішність для студентів денної форми навчання визначається як підсумок за всіма об'єктами оцінювання (темами і КМР), округляється до цілого числа на користь студента (у більший бік).

Таблиця 9.1.

Накопичувальна рейтингова система поточного оцінювання знань з дисципліни «Гібридні енергоустановки та тяговий електропривод кар'єрної техніки» студентів денної форми навчання (максимальна кількість балів)

Теми змістового модуля	Лекції	Практичні заняття	Домашні завдання	Робота над проблемними питаннями	КМР №1	КМР №2	Σ балів
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Тема 1. Загальні відомості про гібридизацію автотransпортних засобів.	1	1	2	2	4		10
Тема 2. Схемні рішення побудови гібридних силових установок.	1	1	2	2	4		10
Тема 3. Класифікація трансмісій транспортних машин з гібридною силовою установкою.	2	2	4	4	8		20
Тема 4. Аналіз доцільності застосування гібридних технологій на великовантажній кар'єрній автотехніці.	1	1	2	2	4		10
Тема 5. Особливості транспортування та експлуатаційні умови роботи кар'єрної автотехніки.	1	1	2	2		4	10
Тема 6. Загальні положення, характеристики, вимоги та конструкційні схеми тягового електроприводу великовантажних автосамоскидів.	1	2	4	4		4	15
Тема 7. Тяговий електропривод змінно-постійного струму. Електричні машини тягового приводу.	2	1	2	2		4	11
Тема 8. Електричні апарати тягового електроприводу кар'єрних автосамоскидів. Напрямки розвитку гібридних технологій кар'єрної техніки.	1	1	2	2		8	14
Разом балів за видами робіт	10	10	20	20	20	20	100

Умовою допуску студента денної форми навчання до підсумкового контрольного заходу є отримання ним мінімальної суми балів за поточну успішність на рівні не менш ніж 50 балів. Мінімальну суму балів студент повинен набрати під час виконання необхідних видів робіт, передбачених навчальним планом. При недотриманні даної вимоги студент не допускається до здійснення семестрового контролю.

2. Система підсумкового контролю

Формою підсумкового контролю з дисципліни «Гібридні енергоустановки та тяговий електропривод кар'єрної техніки» є **залік**. Залік проводиться у письмовій формі. Студент має право не складати залік і

отримати оцінку за результатами поточного модульного контролю, якщо він виконав всі види навчальної роботи без порушення встановлених термінів і отримав позитивну (за національною шкалою) підсумкову оцінку. Якщо студент отримав незадовільну оцінку або не згоден з оцінкою за результатами поточного модульного контролю, він повинен скласти залік.

Метою складання заліку є перевірка ступеня засвоєння студентами навчального матеріалу та оволодіння ними необхідних практичних навичок.

Максимально можлива оцінка за складання залікової роботи для студентів денної форми навчання дорівнює 50 балів, а для студентів заочної форми – 100 балів. Запропонований студенту заліковий білет містить у собі 3 завдання теоретичного характеру. Шкала і критерії оцінювання усіх завдань залікового білету зведені до таблиці 9.2.

Таблиця 9.2

Шкала та критерії оцінювання залікових завдань з дисципліни
«Гібридні енергоустановки та тяговий електропривод кар'єрної техніки»

Рівень знань	Оцінка за бальною шкалою		Критерії оцінювання завдання
	для студентів денної форми навчання	для студентів заочної форми навчання	
1	2	3	4
Відмінний	50	100	<i>При відповіді на теоретичні завдання білету:</i> усі відповіді є повними, аргументованими, відображено взаємозв'язок між окремими локальними питаннями, їх сучасне практичне значення.
Добрий	30	70	<i>При відповіді на теоретичні завдання білету:</i> відповіді загалом є правильними, але мають місце окремі неточності не істотного, або не принципового характеру.
Задовільний	20	50	<i>При відповіді на теоретичні завдання білету:</i> питання висвітлені частково та не у повній мірі, у відповідях присутні неточності принципового характеру.
Незадовільний	Менше 10	Менше 29	<i>При відповіді на теоретичні завдання білету:</i> усі питання розкриті невірно або відповіді взагалі відсутні.

Загальна підсумкова оцінка з дисципліни складається з суми балів за результати поточного контролю знань та за виконання залікових завдань. Загальна максимальна оцінка не має перевищувати 100 балів.

У результаті освоєння дисципліни здобувач розширює фахові компетенції, що відображено у табл. 9.3.

10. Порядок визначення підсумкової оцінки за семестр

Порядок визначення підсумкової оцінки за семестр відбувається у відповідності з Положенням про порядок оцінювання знань студентів КНУ (25.11.2014 р.), та представлено в табл. 10.1.

Таблиця 9.3.

Опановані здобувачем компетенції у результаті засвоєння дисципліни «Гібридні енергоустановки та тяговий електропривод кар'єрної техніки»

Компетенції	Дескриптори – основні ознаки освоєння (показники досягнення результату)	Форми й методи навчання, що сприяють формуванню та розвитку компетенції
1.	2.	3.
Розширення фахових компетенцій здатністю вільно орієнтуватися в питаннях специфіки будови, особливостей функціонування, та безпечної експлуатації, гібридних силових установок автотранспортної техніки; та тягового електроприводу кар'єрної автотехніки.	Навички якісної, ефективної та безпечної експлуатації гібридних силових установок автотранспортної техніки; та тягового електроприводу кар'єрної техніки у межах своєї професійної діяльності.	<ul style="list-style-type: none"> - семінар-дискусія; - проблемні питання; - робота з наочними зразками та діючим обладнанням; - моделювання експлуатаційних ситуацій; - виробничі задачі; - метод мозкової атаки

Таблиця 10.1.

Шкала підсумкового оцінювання знань студентів

Оцінка за шкалою ECTS	За національною шкалою	За бальною шкалою викладача
1.	2.	3.
A	відмінно (зараховано)	90-100
B	дуже добре (зараховано)	80-89
C	добре (зараховано)	71-89
D	задовільно (зараховано)	61-70
E	достатньо (зараховано)	50-60
FX	незадовільно – з можливістю повторного складання	30-49
X	незадовільно – з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	0-29

11. Зразок екзаменаційного білету

Результативний вид контролю залік.

12. Типові контрольні завдання, необхідні для оцінювання знань, умінь, навичок у процесі освоєння ОПІ

Приклад контрольної модульної роботи наведено нижче, на сторінках 15-16.

Приклад контрольної модульної роботи №1

У колонку № 6 «Відповідь студента» впишіть букву під якою розмішено вірне ствердження, або вірна відповідь на запитання.

№ з/п	Питання	Відповідь А	Відповідь Б	Відповідь В	Відповідь студента
1.	2.	3.	4.	5.	6.
1.	При застосуванні схеми гібридної силової установки зі стартер-генератором потужністю від 2 до 4 кВт економія пального у порівнянні з класичною силовою установкою може сягати -	до 10 %	10-15 %	15-20 %	
2.	Конструктивно існуючі гібридні силові установки автомобілів поділяються на такі структурні схеми:	1. силові установки з використанням електромашин мікро потужності від 0 до 2 кВт. 2. силові установки з використанням електромашин малої потужності від 2 до 4 кВт. 3. силові установки з використанням електромашин потужністю до 25 кВт. 4. силові установки з використанням електромашин потужністю від 30 кВт.	1 силові установки з використанням електромашин та жорстким зв'язком ДВЗ з ведучими колесами. 2. силові установки з використанням електромашин та м'яким зв'язком ДВЗ з ведучими колесами. 3. силові установки без кінематичного зв'язку ДВЗ з ведучими колесами. 4. силові установки з комбінованим кінематичним зв'язком ДВЗ з ведучими колесами.	1. силові установки з використанням електромашин малої потужності від 2 до 4 кВт. 2. силові установки з використанням електромашин потужністю до 25 кВт. 3. силові установки з використанням електромашин потужністю від 30 кВт. 4. силові установки без кінематичного зв'язку ДВЗ з ведучими колесами.	
3.	При використанні гібридної установки побудованої за схемою без кінематичного зв'язку ДВЗ з ведучими колесами загальний ККД установки -	збільшується	лишається незмінним	зменшується	

1.	2.	3.	4.	5.	6.
4.	Послідовна схема електротрансмісії гібридної силової установки передбачає подвійне перетворення енергії за такою схемою -	Механічна енергія ДВЗ – електрична енергія генератора або акумулятора – механічна енергія електродвигуна.	Електрична енергія акумулятора – механічна енергія електродвигуна – електрична енергія генератора – механічна енергія ДВЗ.	Механічна енергія ДВЗ – електрична енергія генератора – електрична енергія акумулятора – рекуперативна енергія електричного двигуна.	
5.	Яка схема гібридної трансмісії передбачає можливість використання кількості тягових двигунів рівної кількості ведучих коліс автомобіля?	Паралельна схема трансмісії	Послідовна схема трансмісії	Синхронна схема трансмісії	
6.	При застосуванні схеми гібридної силової установки з використанням електродвигуна потужністю від 30 кВт економія пального у порівнянні з класичною силовою установкою може сягати -	до 10 %	до 15 %	до 25 %	
7.	Режим рекуперації кінетичної енергії автотранспортного засобу передбачає ...	примусове блокування ДВЗ та витрату енергії з акумуляторної батареї	роботу електричних машин у генераторному режимі	роботу генераторної установки в режимі електродвигуна	
8.	Охолодження електричних машин в гібридній трансмісії автомобілів переважно здійснюється примусово за допомогою...	повітряної системи охолодження з електричним відцентровим вентилятором	рідинної системи охолодження з електричним циркуляційним насосом	термоконтролера, який здійснює відключення компонентів системи при перевищенні температури	
9.	Автомобілі побудовані за якою схемою трансмісії здатні здійснювати рух, як від ДВЗ, так і від акумуляторної батареї, так і у комбінованому режимі?	Паралельна схема трансмісії	Послідовна схема трансмісії	Послідовна-паралельна схема трансмісії	
10.	При яких умовах система управління гібридною трансмісією автомобіля може вимикати ДВЗ?	1. на зупинці. 2. коли двигун заходиться у режимі високих питомих витрат пального. 3. коли заряду високовольтної АКБ достатньо для руху у встановленому режимі.	1. при русі автомобіля назад. 2. коли двигун заходиться у режимі незначних питомих витрат пального. 3. коли заряду високовольтної АКБ достатньо для руху до зарядної станції.	1. при низькій швидкості руху або на зупинці. 2. коли потужності генератора достатньо для руху автомобіля. 3. коли високовольтна АКБ має повний заряд, а автомобіль рухається в режимі рекуперації.	

Питання для підготовки до підсумкового контролю знань (залік) з дисципліни «Гібридні енергоустановки та тяговий електропривод кар'єрної техніки»

1. Аналіз перспективних напрямків розвитку екологічного-чистих транспортних засобів з альтернативними джерелами енергії.
2. Апарати електричні. Призначення та основні характеристики.
3. Будова, пневматичний привод і особливості роботи реверсора.
4. Види реле, що використовуються у тяговому електроприводі. Призначення, особливості конструкції.
5. Гальмівний командоконтролер. Призначення, особливості будови та функціонування.
6. Генератор тяговий. Призначення, та його будова.
7. Генератор-збуджувач. Призначення, будова особливості функціонування.
8. Датчик швидкості. Будова, призначення, принцип дії.
9. Доцільність та перспективи використання гібридної силової установки без кінематичного зв'язку ДВЗ з ведучими колесами на великовантажній кар'єрній техніці.
10. Доцільності застосування електромеханічного гібридного приводу для великовантажних кар'єрних самоскидів
11. Електромагнітні контактори, що застосовані у тяговому електроприводі. Призначення, будова.
12. Електромагнітні реле, що застосовані у тяговому електроприводі. Призначення, принцип дії.
13. Загальне поняття «автономний транспортний засіб».
14. Загальне поняття та доцільність застосування альтернативних енергосилових установок автотранспортній техніці.
15. Захист тягового електропривода. Призначення.
16. Класифікація електротрансмій по методу підключення накопичувача до приводу електротрансмій.
17. Командоконтролер ходовий. Призначення, особливості будови та функціонування.
18. Комбіновані енергоустановки. Доцільність застосування.
19. Машини електричні та електричні апарати, що входять до силового ланцюга кар'єрного автосамоскида.
20. На основі аналізу класифікації електротрансмій гібридних силових установок машин зробити висновки щодо доцільності застосування, різновидів конструкції, особливостей технічних рішень та визначити переваги і недоліки кожної схеми.
21. На основі аналізу структурних принципів побудови гібридних силових установок машин зробити висновки щодо доцільності застосування, різновидів конструкції та визначити переваги і недоліки кожної структурної схеми побудови.

22. На основі схеми розташування компонентів гібридної трансмісії транспортної машини поясніть загальний принцип роботи та визначить необхідність застосування кожного компоненту.
23. Необхідність застосування високовольтної АКБ у складі гібридної трансмісії транспортної машини.
24. Основна мета застосування гібридної коробки передач у рамках концепції «Hybrid Synergy Drive».
25. Основні принципи використання гібридних енергосилових установок на автомобілях.
26. Особливості охолодження тягових електродвигунів автосамоскидів.
27. Паралельна схема електротрансмісії. Доцільність застосування та особливості технічних рішень. Переваги і недоліки паралельної схеми електротрансмісії.
28. Поняття «альтернативна силова установка транспортного засобу».
29. Поняття «рекуперація енергії» та яким чином це відноситься до роботи транспортних машин.
30. Поняття «синергетичне використання силових машин».
31. Послідовна схема електротрансмісії. Доцільність застосування та особливості технічних рішень, Переваги і недоліки послідовної схеми електротрансмісії.
32. Послідовно-паралельна схема електротрансмісії. Доцільність застосування та особливості технічних рішень. Переваги і недоліки послідовно-паралельної схеми електротрансмісії.
33. Призначення дугогасильних камер електропневматичних контакторів.
34. Пристрій для боротьби з електродинаміною дугою, що виникає під час розриву контактів у електропневматичних контакторах.
35. Регулювання зазорів у контактах кулачкових елементів ходового та гальмівного командо контролерів.
36. Робота тягових електродвигунів у генераторному режимі.
37. Робота тягового генератора у режимі форсування потужності.
38. Схема побудови гібридної силової установки без кінематичного зв'язку ДВЗ з ведучими колесами. Доцільність застосування, переваги і недоліки.
39. Схема побудови гібридної силової установки з двома електричними машинами. Доцільність такого технічного рішення, переваги і недоліки.
40. Схема побудови гібридної силової установки з електромашиною потужністю до 25 кВт. Доцільність застосування, переваги і недоліки.
41. Схема побудови гібридної силової установки зі стартер-генератором потужністю від 2 до 4 кВт. Доцільність застосування, переваги і недоліки.
42. Тенденції створення екологічно чистого та енергетично ефективного транспортного засобу.
43. Трансформатор постійної напруги. Призначення, будова.
44. Тягові електродвигуни. Призначення.

45. Узагальнення напрямків поліпшення експлуатаційних показників та вдосконалення гібридних трансмісій кар'єрного автотранспорту.
46. Узагальнення особливостей конструкції та функціонування електромеханічної трансмісії автосамоскидів на змінно-постійному струмі.
47. Узагальнення питань безпечної експлуатації тягового приводу кар'єрної техніки.
48. Умови включення режиму автоматичного електродинамічного гальмування.
49. Управління тяговим електроприводом.
50. Установки гальмівних резисторів, призначення, особливості будови та функціонування.
51. Шафи керування. Призначення, особливості будови та функціонування.

13. Літературні джерела

№ з/п	Назва підручника (посібника), автор, видавництво, рік видання	Наявність примірників у паперовому/електронному вигляді
1.	2.	3.
Базова література		
1.	Гібридні автомобілі. Бажинов О.В., Смирнов О.П. та інші, – Харків, ХНАДУ, 2008.	+/+
2.	Тяговий електропривод автомобіля. Богданов К.Л. – Москва, МАДИ, 2009.	+/+
3.	Теория электрической тяги: Учебник для вузов. Розефельд В.Е., Исаев И.П., Сидоров Н.Н. - М.: Транспорт, 1983.-328 с.	+/+
4.	Справочник по электрооборудованию автомобилей. Акимов С.В., Здановский А.М. и др. М.: Машиностроение, 1994.	+/+
5.	Эксплуатация карьерных самосвалов с электромеханической трансмиссией. Казарез А.Н. Кулешов А.А. -М.; Недра, 1988.	+/+
6.	Тяговые электрические аппараты: Учебник для вузов. Захарченко Д.Д. -М: Транспорт, 1991.	+/+
7.	Карьерные самосвалы особо большой грузоподъемности. Проектирование, технологии, маркетинг. Мариев П.Л., Кулешов А.А., Егоров А.Н., Зырянов И.В. - Минск: Интегралполиграф; 2008.	+/+
8.	Справочник эксплуатационных характеристик БЕЛАЗ.- БелАЗ.- 2005.	+/+
9.	Теория и расчёт тягового привода электромобилей: Учебник для вузов /Под ред. И.С. Ефремова. - М.: Высш. школа, 1984	+/-
Допоміжна література		
10.	Карьерная техника ПО «БЕЛАЗ»: Справочник /Под ред. П.Л.Мариева, К.Ю.Анистратова. – М.: ООО НТЦ «Горное дело», 2007.	+/+
11.	Карьерная техника ПО «БЕЛАЗ»: Справочник /Под ред. П.Л.Мариева, К.Ю.Анистратова. – М.: ООО НТЦ «Горное дело», 2005.	+/+
12.	Карьерный автотранспорт: состояние и перспективы. Мариев П.Л., Кулешов А.А., Егоров А.Н., Зырянов И.В. – СПб.: Наука, 2004.	+/+
13.	Карьерные самосвалы БЕЛАЗ-7514-10, БЕЛАЗ-75145 БЕЛАЗ-75131, БЕЛАЗ-75132 и их модификации Руководство по ремонту 7513-3902080 РС.- БелАЗ.- 2005.	+/+
14.	Положение о техническом обслуживании, диагностировании и ремонте	+/+

	карьерных самосвалов БелАЗ. - Жодино: РУПП «Белорусский автомобильный завод», 2004.	
15.	Карьерные самосвалы БЕЛАЗ-75131, БЕЛАЗ-75132 Руководство по эксплуатации 7513-3902015 РЭ.- БелАЗ.- 2005.	+/+

14. Зміни та доповнення

№ з/п	Дата внесення змін	Зміст змін та доповнень	Підстава до внесення змін (№ і дата наказу, рішення вченої ради, засідання кафедри)
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

Схвалено на засіданні кафедри

 Протокол №__ від «__» _____ 202_ р.
 Завідувач кафедри _____

Схвалено на засіданні кафедри

 Протокол №__ від «__» _____ 202_ р.
 Завідувач кафедри _____