



Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»



Кафедра відновлюваних
джерел енергії

ОСНОВИ ПЕРЕТВОРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітня програма	Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	3 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	165 годин/5,5 кредитів ECTS(лекції -45 годин, практичні заняття -18 годин ,лабораторні роботи – 9 годин, СРС- 93)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен/МКР/ДКР/ ЛР/ПЗ
Розклад занять	5 лекційних занять на 4 тижня, практичні заняття 1 раз на 2 тижня), лабораторні заняття 1 раз на 4 тижні
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу/ викладачів	Лекції: д.ф.-м.н, професор, Гаєвський Олександр Юлійович, +380 975704643, aj.gaevsky@gmail.com Практичні заняття: асс. Іванчук Владислав Юрійович Лабораторні роботи: проф. Гаєвський Олександр Юлійович, асс. Іванчук Владислав Юрійович
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/NDU00TUzNjE5Mjg4?cjc=rcehuzx

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Програма навчальної дисципліни «Основи перетворювальної техніки» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії» з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів наступних компетенцій K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. K05. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. K06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми. K07. Здатність працювати в команді. K08. Здатність працювати автономно. K12. Здатність вирішувати практичні задачі із

залученням методів математики, фізики та електротехніки. K14. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики. K15. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу. K16. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії. K19. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування. K20. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці. K22. Здатність застосовувати методи діагностики стану обладнання та устаткування відновлюваної енергетики, проводити сертифікацію та експертизу об'єктів відновлюваної енергетики. K23. Здатність перевіряти технічний стан, організовувати обслуговування та ремонт електроенергетичних та електротехнічних систем, пристроїв, комплексів та устаткування традиційної та відновлюваної енергетики. K24. Здатність використовувати нові технології в електроенергетиці, брати участь в модернізації та реконструкції електричного обладнання, електричних машин та апаратів, електричних пристроїв, систем та комплексів традиційної та відновлюваної енергетики. K25. Здатність застосовувати методи стандартизованих випробувань щодо визначення електротехнічних характеристик і конструктивних особливостей використовуваного електроенергетичного та електротехнічного обладнання і систем на його основі.

2. Програмні результати навчання:

ПР01. Знати і розуміти принципи роботи електричних систем та мереж, силового обладнання електричних станцій та підстанцій, пристроїв захисного заземлення та грозозахисту та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності. ПР02. Знати і розуміти теоретичні основи метрології та електричних вимірювань, принципи роботи пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики, мати навички здійснення відповідних вимірювань і використання зазначених пристроїв для вирішення професійних завдань. ПР04. Знати принципи роботи біоенергетичних, вітроенергетичних, гідроенергетичних та сонячних енергетичних установок. ПР05. Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності. ПР06. Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності. ПР07. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах. ПР09. Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем. ПР10. Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.

ПР22. Знати електрофізичні та теплотехнічні процеси і явища, що відбуваються в обладнанні та устаткуванні нетрадиційної та відновлюваної енергетики. ПР23. Знати існуючі конструкції обладнання та устаткування призначеного для перетворення енергії відновлюваних джерел в електричну та інші види енергій. ПР24. Знати методи вирівнювання електротехнічних характеристик обладнання та устаткування нетрадиційної та відновлюваної енергетики. ПР26. Знати фактори, що призводять до виникнення незворотних процесів в устаткуванні та обладнанні електричних станцій та об'єктів відновлюваної енергетики. ПР27. Знати методики експериментальних досліджень електрофізичних процесів та явищ, що відбуваються у системах та електричних станціях на основі відновлюваних джерел енергії

3. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти знаннями, що ґрунтуються на матеріалі попередніх дисциплін, а саме: теоретичні основи електротехніки, електричні машини, електропривод. Знання, отримані при вивченні даної дисципліни, в подальшому є базовими для вивчення дисциплін: «Перетворення та акумулювання енергії відновлюваних джерел», «Фотоенергетика».

4. Зміст навчальної дисципліни

РОЗДІЛ 1. Елементна база перетворювальних пристроїв

Тема 1.1. Елементи силової електроніки

Тема 1.2. Напівпровідникові діоди

Тема 1.3. Силкові транзистори

РОЗДІЛ 2. Випрямляючі пристрої

Тема 2.1. Однопівперіодні та двохпівперіодні випрямлячі

Тема 2.2. Керовані випрямлячі

РОЗДІЛ 3. Фільтруючі пристрої

Тема 3.1. Фур'є-перетворення сигналів.

Тема 3.2. Пасивні та активні фільтри

Тема 3.3. Застосування фільтрів для поліпшення якості потужності

РОЗДІЛ 4. Конвертори DC-DC

Тема 4.1. Перетворювачі DC-DC різних топологій

Тема 4.2. Застосування конверторів в зарядних та акумулюючих пристроях

РОЗДІЛ 5. Інверторні пристрої

Тема 5.1. Мережеві інвертори

Тема 5.2. Автономні інвертори

Тема 5.3. ШІМ-інвертори

Тема 5.4. Інвертори MPPT. Алгоритми MPPT та їх реалізація у інверторах.

Тема 5.5. Особливості роботи інверторів у складі електричних мереж.

РОЗДІЛ 6. Використання мікроконтролерних систем у ВЕ

Тема 6.1. Призначення та принципи функціонування. Програмування пристроїв на мікроконтролерах.

Тема 6.2. Датчики і перетворювачі електричних і неелектричних величин.

Мікроконтролерні системи збору даних.

Тема 6.3. Побудова вимірювальних мікроконтролерних пристроїв для фотоелектричних та акумулюючих систем

1. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. В. І. Сенько, К. В. Трубіцин, В. І. Чибеліс. Силова перетворювальна техніка. Конспект лекцій: Навчальний посібник / КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. - 241 с.

2. Сосков, А. Г. Промислова електроніка підручник / А. Г. Сосков, Ю. П. Колонтаєвський ; ред. А. Г. Сосков / Київ : Каравела, 2017. — 536 с.

3. Шавьолькін О.О. Силові напівпровідникові перетворювачі енергії: навч. посібник / Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2015. – 403 с.

4. Основи перетворювальної техніки. Методичні вказівки до практичних занять [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. Спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» /уклад.: О.Ю. Гаєвський, В.Ю. Іванчук – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 63 с.

5. Мілих В.І., Шаволкін О.О. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка./ К.: Каравелла, 2012. - 688с.

Додаткові інформаційні ресурси:

6. Нікулін В.С. Перетворювальні пристрої, ведені мережею: Конспект лекцій. –Харків: УкрДАЗТ, 2008. – Ч.4. – 85 с.

7. Колонтаєвський Ю. П., Тугай Д. В. Перетворювальна техніка в нетрадиційній та відновлювальній електроенергетиці. – навч. посіб. / Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 68 с.

Навчальний контент

1. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
	РОЗДІЛ 1. Елементна база перетворювальних пристроїв
1	Тема 1.1. Елементи силової електроніки. Класифікація та основні функції силових напівпровідникових приладів (СНП). Електронно-дірковий (p-n) перехід. Діоди. Статична

	<p><i>ВАХ діодів. Методи виготовлення діодів. Вимірювання ВАХ діода. Типи напівпровідникових діодів.</i></p> <p><i>Література: [1,2]</i></p>
2	<p><i>Тема 1.2. Напівпровідникові діоди. Випрямні діоди, стабілітрони (Зенеровські діоди). Схеми включення стабілітрона і стабістора. Класифікація СНП за ступенем керованості. Схема управління електронним вентиляем. Параметри силових діодів. Тунельні діоди. Варикапи. Фотодіоди. Світлодіоди (LED). Фотоелектричний режим роботи р-н переходу (фотоелектричної комірки). Перехід Шотки.</i></p> <p><i>Література: [2,3]</i></p>
3	<p><i>Тема 1.3. Силові транзистори. Класифікація транзисторів. Вихідні характеристики. Польові транзис-тори з ізолюваним затвором. МОП-транзистор (метал - оксид - напівпровідник - польовий - транзистор). Біполярні транзистори з ізолюваним затвором (IGBT).</i></p> <p><i>Література: [1, 2]</i></p>
<p>РОЗДІЛ 2. Випрямляючі пристрої</p>	
4	<p><i>Тема 2.1. Однофазний одноктний випрямляч. Осцилограми та регульовальні характеристики при активному та активно-індуктивному навантаженні. Робота одноктного випря-мляча на активно-ємнісне навантаження. Робота одноктного випрямляча на наван-таження з противоЕРС. Однофазний двоктний випрямляч з середньою точкою.</i></p> <p><i>Література: [1-3]</i></p>
5	<p><i>Тема 2.2. Керований двоктний випрямляч з середньою точкою. Енергетичні характеристики випрямлячів. Однофазний мостовий випрямляч з керуванням. Трьохфазний нульовий випрямляч з керуванням. Трьохфазний мостовий випрямляч з керуванням..</i></p> <p><i>Література: [1-3]</i></p>
<p>РОЗДІЛ 3. Фільтруючі пристрої</p>	
6	<p><i>Тема 3.1. Фур'є-перетворення сигналів. Неперервне і дискретне перетворення Фур'є (НПФ і ДПФ). Властивості перетворення Фур'є. Розтікання спектру</i></p>

	<i>Література: [2,3]</i>
7	<i>Тема 3.1. (продовження).Ефект накладення частот (алиасинг). Спектральні характеристики сигналів. Приклади розкладання у спектр вихідної напруги випрямляча. Література: [2,3]</i>
8	<i>Тема 3.2. Фільтри - елементи перетворювальної техніки. Класифікація фільтрів. АФЧХ фільтрів. Полюси і нулі передавальної функції фільтрів. Частота зрізу для ФНЧ. Література: [1-5]</i>
9	<i>Тема 3.2. (продовження).Резонансні явища. Частотні характеристики послідовного контуру. Паралельний резонансний контур. Частотні характеристики паралельного контуру. Згладжуючі фільтри. Багатоланкова схема 4-полюсник. Узгодження навантаження фільтру. Література: [4-6]</i>
10	<i>Тема 3.3. Гармонійний склад випрямленої напруги. Гармонійні спотворення вихідної напруги випрямлячів. Фільтрація вихідної напруги. Цифрова та аналогова фільтрація сигналів. Застосування фільтрів для поліпшення якості потужності Література: [4-6]</i>
	РОЗДІЛ 4. Конвертори DC-DC
11	<i>Тема 4.1. Переривники (choppers). Безперервний режим роботи конвертора. Переривчастий режим роботи конвертера. DC- переривник (знижує) с RLE-навантаженням. Література: [1,3,4]</i>
12	<i>Підвищувальний DC-переривник або підвищувальний конвертор (Boost converter). Конвертори на польових або біполярних транзисторах. Типовий приклад підвищувального конвертора. Понижуючий конвертор (Buck Converter). Література: : [1,3,4]</i>
13	<i>Тема 4.2. Використання конверторів у ФЕС та ВЕС. Мікроконтролерне управління конвертором DC-DC. Реалізація конверторних схем в акумулюючих та зарядних пристроях. Використання DC-DC-перетворювачів у пристроях на ВДЕ.</i>

	<i>Література: : [1,3,4]</i>
14	<i>Модульна контрольна робота</i>
	РОЗДІЛ 5. Інверторні пристрої
15	<i>Тема 5.1. Класифікація інверторів. Інвертори напруги, інвертори струму. Однофазний інвертор, ведений мережею. Двофазний інвертор з середньою точкою. Література: [1, 3-4,6]</i>
16	<i>Тема 5.2. Автономні інвертори. Автономний паралельний інвертор струму. Характеристики паралельного інвертора струму. Автономний послідовний інвертор струму та його характеристики. Резонансний інвертор струму. Інвертори напруги. Трифазний тиристорний інвертор напруги. Література: [1-3]</i>
17	<i>Тема 5.3. ШІМ-модуляція. ШІМ-інвертори. Інвертор напруги з двоступеневою комутацією. Трансформаторні та бестрансформаторні інвертори. Топології інверторів (H-bridge, FB, NPC). Пульсації вихідній напруги ШІМ-інверторів (ripple voltage). Література:[1,3,4,6]</i>
18	<i>Тема 5.4. Інвертори MPPT. Алгоритми MPPT та їх реалізація у інверторах. Європейська та Каліфорнійська схеми обчислення ефективності інверторів. Вимірювання ККД інверторів. Якість потужності (коефіцієнт THD). Література: :[1-4,6]</i>
19	<i>Тема 5.5. Функції інверторів для підтримання мережі. «Острівкування» мережевої ФЕС. Криві керування напругою та частотою за допомогою інверторів. Захист від КЗ. Література: [1-4,6]</i>
20	<i>Електромагнітна інтерференція. Захист від імпульсних перенапруг. Функції керування напругою, компенсації реактивної потужності, виявлення дефектів. Вимоги до інверторів з боку мережі. Література: [1-4,6]</i>
	РОЗДІЛ 6. Використання мікроконтролерних систем у ВЕ

21	<p>Тема 6.1. Призначення та принципи функціонування мікроконтролерних систем. Програмування пристроїв на основі плати Arduino. Застосування середовища розробки сценаріїв. Обмін даними з комп'ютером.</p> <p>Література:[4,5]</p>
22	<p>Тема 6.2. Датчики і перетворювачі електричних і неелектричних величин. Аналогово-цифрові перетворювачі та принципи їх функціонування. Мікроконтролерні системи збору даних. Накопичення даних у файлі, або хмарному середовищі. Управління збором даних через Web-сервер.</p> <p>Література::[4,5]</p>
23	<p>Тема 6.3. Побудова вимірювальних мікроконтролерних пристроїв для фотоелектричних та акумулюючих систем. Приклади вимірювання ВАХ фотомодулів, заряджальних кривих акумуляторів.</p> <p>Література :[4,5]</p>

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Вивчення системи моделювання Simulink. Однопівперіодний випрямляч
2	Моделювання керованих випрямлячів на тиристорах
3	Розрахунок і моделювання низькочастотних фільтрів
4	Моделювання DC-DC конверторів: Buck, Bust
5	Моделювання Buck-boost DC-DC конверторів
6	Регульовальні та навантажувальні характеристики DC-DC конверторів
7	Моделювання мостового автономного інвертору напруги
8	Моделювання ШІМ-інверторів в Simulink
9	Застосування згладжуючих фільтрів у ШІМ-інверторі

Лабораторні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Дослідження ВАХ випрямного діода і діода Шотки.
2	Мікроконтролерні плати сімейства Arduino для збору та обробки даних. Вимірювання характеристик транзисторів.
3	Вимірювання характеристик DC-DC конвертора.
4	Вимірювання якості напруги безперебійного джерела живлення
5	Вимірювання коефіцієнту гармонійних спотворень (THD) інвертора і коефіцієнту пульсацій випрямляча.

Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Опанування лекційного матеріалу	7
2	Підготовка до МКР	4
3	Обробка результатів лабораторних занять	10
4	Виконання індивідуальних завдань практичних занять	36
5	Виконання ДКР	6
6	Підготовка до екзамену	30
	Всього	93

2. Політика та контроль

Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- правила відвідування занять: відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують не за присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, а за відповідну навчальну активність на лекційних заняттях.
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Має право використовувати засоби зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті;
- правила призначення заохочувальних балів: заохочувальні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали.
- політика щодо академічної доброчесності встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної

доброчесності при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни “Основи перетворювальної техніки”;

- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соцмережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: опитування під час здачі лабораторних і практичних робіт, експрес-опитування на лекціях.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: екзамен.

Умови допуску до семестрового контролю: мінімальний семестровий рейтинг більше 30 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Загальна рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

- відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях.
- виконання завдань практичних занять
- виконання лабораторних робіт
- виконання ДКР
- модульна контрольну роботу

Практичні Rп	Лабораторні Rл	ДКР Rд	МКР Rм	Rс	Рекз	R
36	16	4	4	60	40	100

Робота в аудиторії або у Google -класі дає можливість оцінити активність студентів та ступень їх розуміння матеріалу під час лекцій та практичних занять

Практичні заняття

- виконання ізвань практичних занять

Ваговий бал – 4. Максимальна кількість балів за всі $4 \times 9 = 36$ балів.

Критерії оцінювання практичних робіт

- 4 бали - завдання виконано самостійно, без помилок, звіт не має зауважень; на питання викладача надані вірні відповіді .
- 3.5 бали - завдання виконано самостійно, без помилок, але на питання викладача надана не точна відповідь або завдання виконано самостійно, але не повністю (але >90%) або з несуттєвими помилками.
- 3 бали - завдання відповідає критеріям 5 балів, але на питання викладача надані невірні відповіді або завдання виконано самостійно, але не повністю (але >80%) .
- 2 бали - виконана лише частина завдання (<60%) без помилок або завдання виконано на >80%, але на більшість питань викладача надавалися невірні відповіді.
- 1 бал - робота є копією чужої роботи (або звіту), але на більшість питань викладача надавалися вірні відповіді.
- 0 балів- виконане завдання не відповідає жодному з критеріїв, наведених вище.

Лабораторні заняття

- Виконання лабораторних завдань

Ваговий бал – 4. Максимальна кількість балів за всі $4 \times 4 = 16$ балів.

Критерії оцінювання практичних та лабораторних робіт

- 4 бали - завдання виконано самостійно, без помилок, звіт не має зауважень; на питання викладача надані вірні відповіді .
- 3.5 бали - завдання виконано самостійно, без помилок, але на питання викладача надана не точна відповідь або завдання виконано самостійно, але не повністю (але >90%) або з несуттєвими помилками.
- 3 бали - завдання відповідає критеріям 5 балів, але на питання викладача надані невірні відповіді або завдання виконано самостійно, але не повністю (але >80%) .
- 2 бали - виконана лише частина завдання (<60%) без помилок або завдання виконано на >80%, але на більшість питань викладача надавалися невірні відповіді.
- 1 бал - робота є копією чужої роботи (або звіту), але на більшість питань викладача надавалися вірні відповіді.
- 0 балів- виконане завдання не відповідає жодному з критеріїв, наведених вище.

- **Виконання ДКР**

За період навчання запланована 1 домашня контрольна робота яку студент повинен виконати самостійно, виконати пошук літератури, самостійно розібратись із заданою тематикою, сформулювати огляд знайденої літератури сформулювати сутність явищ, зробити висновки.

Теми ДКР призначаються викладачем та пов'язані з моделюванням випрямлячів, фільтрів, для згладжування напруги, конверторів постійного струму, інверторів.

Ваговий бал – 4. Максимальна кількість балів - 4 бали.

Критерії оцінювання ДКР

- 4 бали - завдання виконано самостійно, без помилок, звіт не має зауважень; на питання викладача надані вірні відповіді .
- 3 бали - завдання виконано самостійно, без помилок, але на питання викладача надана не точна відповідь або завдання виконано самостійно, але не повністю (але >90%) або з несуттєвими помилками.
- 2 бали - завдання відповідає критерію 3 бали, але на питання викладача надані невірні відповіді або завдання виконано самостійно, але не повністю (але >80%) .
- 1 бал - робота є копіїєю чужої роботи (або звіту), але на більшість питань викладача надавалися вірні відповіді.
- 0 балів- виконане завдання не відповідає жодному з критеріїв, наведених вище.

• Виконання МКР

За період навчання запланована 1 модульна контрольна робота відповідно до розділів лекційного матеріалу, пов'язаних з моделюванням випрямлячів, фільтрів, для згладжування напруги, конверторів постійного струму, інверторів.

Модульна контрольна робота складається з теоретичного питання та задачі з моделювання пристрою. Кожне питання сформоване з використанням матеріалу лекційних занять. Студент повинен надати розгорнуті відповіді на теоретичне питання, сформулювати сутність явищ, надати математичний опис. Перескладання МКР не заплановані.

Ваговий бал – 4. Максимальна кількість балів - 4 бали.

Критерії оцінювання МКР

- 4 бали - завдання виконано самостійно, без помилок, звіт не має зауважень; на питання викладача надані вірні відповіді .
- 3 бали - завдання виконано самостійно, без помилок, але на питання викладача надана не точна відповідь або завдання виконано самостійно, але не повністю (але >90%) або з несуттєвими помилками.
- 2 бали - завдання відповідає критерію 3 бали, але на питання викладача надані невірні відповіді або завдання виконано самостійно, але не повністю (але >80%) .
- 1 бал - робота є копіїєю чужої роботи (або звіту), але на більшість питань викладача надавалися вірні відповіді.

– 0 балів- виконане завдання не відповідає жодному з критеріїв, наведених вище.

Форма семестрового контролю – екзамен.

Критерії оцінювання екзамену:

- Рейтинг $R_c \geq 0,6 * R$, тобто 60 балів – зараховується автоматично.
- Рейтинг R_c в межах $(0,4 - 0,59) * R$, тобто 40 – 59 балів – студенти складають екзамен.
- Максимальний рейтинг екзамену $R_z = 40$ балів.
- Рейтинг екзамену $R_z = 33 - 40$ балів – студент дав вичерпні відповіді на всі питання (при необхідності – і на додаткові), дає чіткі визначення всіх понять і величин, відповіді логічні і послідовні.
- Рейтинг екзамену $R_z = 25 - 32$ балів – відповідаючи на питання, студент припускається окремих помилок, але може їх виправити за допомогою викладача; знає визначення основних понять і величин дисципліни, в цілому розуміє фізичну суть процесів в об'єктах, які вивчав.
- Рейтинг екзамену $R_z = 16 - 24$ балів – студент частково відповідає на екзаменаційні питання, показує знання, але недостатньо розуміє фізичну суть процесів. Відповіді непослідовні і нечіткі.
- Рейтинг екзамену $R_z < 15$ балів – у відповіді студент припускається суттєвих помилок, проявляє нерозуміння суті процесів або роботи обладнання, не може виправити помилки за допомогою викладача. Відповіді некоректні, а в деяких випадках не відповідають суті поставленого питання.

Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль:

1. Елементи силової електроніки
2. Вентильні елементи
3. Випрямляючі пристрої
4. Згладжуючі фільтри
5. Загальні принципи роботи інверторів
6. Застосування інверторів у фото- та вітрогенерації
7. Конвертори DC-DC
8. Аналогово-цифрові перетворювачі
9. Системи збору даних

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

**Складено професором кафедри відновлюваних джерел енергії ФЕА,
д.ф.-м.н., Гаєвським О.Ю.**

Ухвалено кафедрою відновлюваних джерел енергії ФЕА (протокол № 9 від 18.05.2023).

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 22.06.23 р.).