НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Затверджую

Голова Приймальної комісії
Ректор

Михайло ЗГУРОВСЬКИЙ

підпис

26.04.2024

дата

Факультет електроенерготехніки та автоматики

ПРОГРАМА
фахового іспиту
для вступу на освітньо-професійну програму підготовки магістра
«Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії»

за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Програму ухвалено:
Вченою Радою факультету електроенерготехніки та автоматики
Протокол № 8 від «25» березня 2024 р.
Голова Вченої Ради

Олександр ЯНДУЛЬСЬКИЙ

Київ – 2024

ВСТУП

Фаховий іспит на підготовку здобувачів освітньо-професійного рівня магістра спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка за освітньою програмою «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії» спрямоване на перевірку відповідності знань та навичок рівню, необхідному для навчання на другому (магістерському) рівні вищої освіти.

Програма фахового іспиту передбачає перевірку набуття вступником компетентностей та результатів навчання, що визначені стандартом вищої освіти за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

Програма фахового іспиту визначає форму організації, зміст та особливості проведення вступного іспиту на підготовку здобувачів за освітньо-професійною програмою «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» другого (магістерського) рівня вищої освіти.

Фаховий іспит проводиться в очній або дистанційній формі з використанням технологій дистанційного навчання «Google» та сервісу відеотелефонного зв'язку «GoogleMeet» із обов’язковою відеофіксацією процесу проведення іспиту.

Порядок проведення іспиту відповідає «Положенню про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського» (https://osvita.kpi.ua/node/32) та «Регламентам проведення семестрового контролю та захистів кваліфікаційних робіт та атестаційних екзаменів в дистанційному режимі» (https://osvita.kpi.ua/node/148).

І ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 Зміст програми

Сонячна енергетика в Україні та у світі. Ресурси і виробництво сонячної енергії. Типи сонячних електростанцій. Програмні засоби для розрахунку просторово-часового розподілу сонячної радіації.

Параметри сонячного випромінювання, розрахунок сонячної радіації. Характеристики джерела сонячної радіації. Спектральний склад сонячного випромінювання .Атмосферна маса. Складові сонячної радіації поблизу земної поверхні. Сонячний час, сонячні кути. Типи сонячних електростанцій.

Електронні та оптичні процеси в напівпровідниках. Кристалічна структура Si і Ge. Зонна структура і густина електронних станів. Електронно-діркові (p-n) переходи. Поглинання електромагнітного випромінювання в напівпровідниках. Прямі та непрямі електронні переходи. Рекомбінація електронів і дірок. Термін життя носіїв струму.

Параметри сонячних елементів. Основні параметри сонячних елементів (напруга холостого ходу, струм короткого замикання (КЗ), фактор заповнення та ін). Розрахунок коефіцієнту корисної дії перетворення сонячної енергії. Еквівалентна схема ідеального сонячного елемента.. Еквівалентні схеми реальних сонячних елементів. Параметри реальних фотомодулів. Матеріали для фотоелектричних панелей (ФЕП). Оптимізація конструкції кремнієвих фотомодулів. Сонячні елементи з гетеропереходами.

Електричні характеристики систем фотоелектричних перетворювачів. Експериментальні обмеження. Процеси втрат. Часткове затінення систем ФЕП. Невідповідності при послідовному включенні фотомодулів. Ефект обвідних діодів. Комп'ютерне моделювання роботи фотомодулів. Методи обчислення вольт-амперної характеристики (ВАХ). Рішення нелінійних рівнянь ВАХ методом Ньютона. Модель ФЕП з послідовним і паралельним опорами. Режими короткого замикання, холостого ходу, максимальної потужності (MPPT). Визначення параметрів реальних фотомодулів з експериментальних ВАХ. ВАХ різних сполучень фотомодулів.

Компоненти силової електроніки СЕС. Керовані та некеровані вентилі. Статичні характеристики діодів і тиристорів. Підвищувальний та понижувальний конвертори. Широтно-імпульсна модуляція. Безтрансформаторна схема перетворення напруги в СЕС. Інвертори струму і напруги. Спотворення вихідної напруги інверторів. Фільтрація напруги. Схеми компенсації реактивної потужності.

Підготовчі розрахунки та створення макету. Розрахунок радіації на горизонтальну та похилу поверхні. Вибір типу фотомодулів. Побудова електричної конфігурації СЕС: центральний інвертор і паралельні ряди модулів; системи з інвертора в кожному ряду. Захисно-комутаційне обладнання. Трансформаторна станція. Вимірювальні пристрої та засоби збору метеоданих.

Розрахунок робочих режимів, аварійних ситуацій і ефективності. Стандарти електробезпеки ФЕС. Оптимізаційні розрахунки. Визначення режиму роботи і параметрів інверторів. Розрахунок струмів КЗ. Розрахунок передбачуваного вироблення електроенергії.

Предмет і задачі дисципліни. Загальна характеристика вітроенергетики. Історія розвитку вітроенергетики. Особливості розвитку світової вітроенергетики. Вітроенергетика України. Нові можливості вітроенергетики. Загальні відомості з аеродинаміки. Рівняння нерозривності. Рівняння Бернуллі. Течія, циркуляція та потенціал швидкості. Теорема Гельмгольця. Критерії подібності. Визначення аеродинамічних коефіцієнтів. Поляра Лілієнталя. Вісі координат і аеродинамічні коефіцієнти. Центр тиску. Індуктивний опір лопаті. Теорема Н. Є. Жуковського про підйомну силу лопаті.

Системи вітроустановок. Робота поверхні при дії на неї сили вітру. Робота ротора крильчастого вітродвигуна. Підйомна сила циліндра, що обертається ефект Магнуса). Класифікація вітродвигунів та їх порівняння. Вітродвигуни, що використовують силові властивості потоку. Вітродвигуни, що використовують швидкісні властивості потоку. Вітродвигуни, що використовують комбіновано властивості вітрового потоку.

Теорія ідеального ротора вітродвигунів. Теорія ідеального вітродвигуна за Н. Є. Жуковським. Ідеальний ротор. Коефіцієнт потужності ідеального ротора. Теорія ідеального вітродвигуна за Г. Х. Сабініним. Поняття приєднаних мас.

Теорія реального ротора вітродвигунів. Процеси, що проходять в реальному роторі. Рівняння зв’язку. Сили, що діють на лопать у вітровому потоці. Рівняння зв’язку. Момент і потужність ротора вітроустановки. Момент ротора. Кінцьові втрати. Профільні втрати. Втрати на крутіння струменя за ротором. Втрати від неповного використання площі обмаху. Аеродинамічний розрахунок ротора. Вихідні вимоги розрахунку. Послідовність розрахунку. Розрахунок характеристики ротора вітроустановки. Побудова залежності моменту від модуля швидкохідності. Побудова аеродинамічних залежностей ротора.

Встановлення вітроустановок на вітер. Встановлення вітроустановок за допомогою хвоста та віндроз. Сили, що діють на поверхню хвоста. Аеродинамічні сили на роторі. Встановлення вітроустановок розташуванням ротора за опорою.

Вибір ділянок під будівництво вітроенергетичних установок та станцій. Оцінка виробітку енергії вітроустановкою. Режими вітрового потоку. Вітровий кадастр. Методичні засади вибору площадки під будівництво вітроелектростанцій. Нормативна документація для вибору площадок.

Агрегатування вітродвигунів з робочими машинами. Робота вітроустановки з насосним обладнанням. Робота вітроустановки з поршневими насосами. Робота вітро-установки з відцентровими насосами.

Вітроелектричні установки. Вітроелектричні установки постійного струму. Процес самозбудження. Робота генератора на зарядку акумуляторної батареї. Робота генератора в буферному режимі з акумуляторною батареєю. Наближений розрахунок ємкості акумулятора.

Вітроелектричні установки змінного струму. Установки з синхронними генераторами. Установки з асинхронними генераторами. Вимоги електрообладнання вітроелектростанцій.

Витоки електрохімії та основні поняття. Стандартні електродні потенціали. Електрохімічний ряд напруг. Електрохімія як наука. Історія розвитку електрохімії та основні поняття. Предмет та зміст курсу. Стандартні електродні потенціали в електрохімії. Електрохімічний ряд напруг та його значення для електрохімічних процесів.

Електроліз. Принципова відмінність гальванічного елементу та електролізера. Електроліз в водному розчині. Рівняння Нернста. Визначення поняття електролізу та сфери його застосування. Принципова відмінність гальванічного елементу (хімічного джерела енергії) від електролізера. Електроліз в водному розчині. Використання рядів розряду катіонів та аніонів для визначення продуктів електролізу. Рівняння Нернста та його фізичний зміст.

Закони електролізу. Перший та другий закони Фарадея. Вихід за струмом. Взаємоперетворення хімічної та електрохімічної форм енергії. Відмінність хімічних та електрохімічних процесів. Межа поділу фаз. Перший закон Фарадея. Фізичний зміст електрохімічного еквіваленту. Другий закон Фарадея та його наслідок. Вихід за струмом.

Особливості застосування та основні вимоги, що ставляться до електродних матеріалів для процесів електролізу і для хімічних джерел енергії. Особливості застосування та основні вимоги, що ставляться до електродних матеріалів для процесів електролізу і для хімічних джерел енергії. Схеми підключення електродів. Явища корозії та пасивації електродного матеріалу та шляхи їх подолання в процесах електролізу та в хімічних джерелах енергії.

Проблеми енергетики та електрохімія. Хімічні джерела енергії. Класифікація та загальна характеристика. Класифікація гальванічних елементів. Класифікація акумуляторів. Паливні елементи. Електрорушійна сила хімічних джерел струму (ХДС). Внутрішній опір, ємність та потужність ХДС. Експлуатаційні характеристики. Випробування ХДС. Визначення ємності та саморозряду ХДС. Випробування на величину ємності. Визначення ємності при низьких температурах. Визначення залишкової ємності та саморозряд. Визначення напрацювання, терміну дії та зберігання. Визначення коефіцієнту віддачі.

Первинні ХДС. Загальна характеристика, класифікація та розвиток їх виробництва. Виробництво гальванічних елементів першого роду. Загальна характеристика та їх класифікація. Вимоги до конструкції типових апаратів.

Мангано-цинкові елементи (МЦ система). Будова та конструктивні особливості гальванічних елементів МЦ системи. Загальна характеристика. Теорія елементів МЦ системи. Негативний електрод сольових елементів. Негативний електрод лужних систем. Позитивний електрод. Будова та конструктивні особливості гальванічних елементів МЦ системи. Електричні характеристики елементів МЦ системи.

Срібно-цинкові (СЦ) та ртутно-цинкові (РЦ) елементи. Загальна характеристика СЦ) та РЦ елементів. Катодні та анодні процеси СЦ елементу. Будова СЦ елементів. Теорія та електричні характеристики РЦ елементів. Будова РЦ елементів.

Повітряно-цинкові (ПЦ) та повітряно-мангано-цинкові (ПМЦ) елементи. Резервні (активовані) гальванічні елементи. Загальна характеристика ПЦ та ТМЦ елементів. Катодні та анодні процеси повітряно-цинкового та повітряно-мангано-цинкового елементів, можливі конструкції та області застосування цих системи. Резервні (активовані) гальванічні елементи. Ампельні елементи (АЕ). Водоактивовані елементи (ВЕ). Високотемпературні елементи (ВТЕ).

Літієві гальванічні елементи (ЛЕ). Будова літієвих елементів. Струмоутворюючі реакції. Електричні характеристики літієвих елементів. Будова літієвих елементів. Переваги літієвих гальванічних елементів у порівнянні з іншими гальванічними елементами.

Паливні елементи (ПЕ) або електрохімічні генератори енергії (ЕХГЕ), загальна характеристика, класифікація. Паливні елементи або електрохімічні генератори енергії, загальна характеристика, класифікація. Різновид сучасних паливних елементів. Переваги паливних елементів над хімічними джерелами струму. Перспективи застосування електрохімічних генераторів в сучасній енергетиці.

Принципова схема киснево-водневого паливного елементу. Особливості будови протон-обмінних (PEM) та твердо-окисних (SOFC) паливних елементів. Перспективи використання воднево-кисневого паливного елементу в сучасній енергетиці. Принципова схема твердо-полімерного киснево-водневого паливного елементу. Катодна та анодна реакції процесу. Коефіцієнт корисної дії. Особливості будови PEM та SOFC паливних елементів, їх переваги та недоліки.

Хімічні джерела енергії другого роду. Загальна характеристика, класифікація та розвиток їх виробництва. Хімічні джерела енергії другого роду. Загальні відомості. Розвиток виробництва акумуляторних батарей. Загальна характеристика та їх класифікація. Саморозряд та зберігання хімічних джерел енергії другого роду. Вимоги до конструкції типових апаратів та до умов експлуатації.

Загальні відомості про свинцево-кислотні акумулятори. Електродні процеси при розряді та заряді. Пасивація електродів та боротьба з нею. Термін дії свинцево-кислотних акумуляторних батарей та особливості їх експлуатації. Загальні відомості при свинцево-кислотні акумулятори. Теорія свинцевого акумулятору. Процеси при розряді та заряді та хід зарядних та розрядних кривих свинцевих акумуляторів. Електричні характеристики. Пасивація електродів та боротьба з нею. Залежність ємності акумулятора при розряді від температури та густини струму. Конструкція та виробництво свинцевих акумуляторів. Термін дії свинцево-кислотних акумуляторних батарей. Електроліт. Експлуатація свинцевих акумуляторів.

Загальні відомості лужних нікель-залізних та нікель-кадмієвих акумуляторних батарей. Електродні процеси при розряді та заряді. Термін дії лужних акумуляторних

батарей та особливості їх експлуатації. Загальні відомості. Різновид лужних нікель-залізних та нікель-кадмієвих акумуляторних батарей. Процеси при заряді та розряді окисно-нікелевого електроду. Процеси при заряді та розряді залізного електроду. Процеси при заряді та розряді кадмієвого електроду. Електрорушійна сила лужних акумуляторних батарей. Хід розряду та заряду лужних акумуляторів в залежності від температури та густини струму. Електроліт для лужних акумуляторів. Основні характеристики лужних акумуляторних батарей. Термін дії та догляд за лужними акумуляторними батареями. Особливості їх експлуатації.

Загальні відомості нікель-цинкових, срібно-цинкових та срібнокадмієвих акумуляторних батарей. Електродні процеси при їх роботі. Загальні відомості. Різновид нікель-цинкових, срібно-цинкових та срібно-кадмієвих акумуляторних батарей. Особливості електродних процесів при заряді та розряді НЦ акумуляторів. Особливості електродних процесів при заряді та розряді СЦ акумуляторів. Особливості електродних процесів при заряді та розряді СК акумуляторів. Термін дії та догляд за акумуляторами.

Загальні відомості про літієві, літій-іонні та літій-іон-полімерні акумуляторні батареї. Особливості електродних процесів при розряді та заряді системи. Переваги та недоліки їх експлуатації. Загальні відомості. Різновид літієвих акумуляторних батарей та їх принципові схеми. Електродні процеси при заряді та розряді літієвих акумуляторів. Переваги та недоліки літієвого акумулятору. Термін дії та особливості його експлуатації.

Загальні відомості щодо метало-гідридних акумуляторних батарей. Особливості електродних процесів при розряді та заряді системи. Переваги та недоліки метало-гідридних акумуляторів. Загальні відомості. Різновид метало-гідридних акумуляторних батарей та їх принципові схеми. Електродні процеси при заряді та розряді метало-гідридного акумулятора. Переваги та недоліки метало-гідридного акумулятора. Термін дії та особливості його експлуатації.

1.2 Допоміжні матеріали для складання фахового іспиту

Під час складання фахового іспиту заборонено використання допоміжної літератури та інших допоміжних матеріалів та засобів.

1.3 Опис завдання фахового іспиту

На фаховому іспиті вступники виконують письмову екзаменаційну роботу за індивідуальними варіантами.

Кожен варіант завдання містить три теоретичні питання за матеріалами освітніх компонентів, зазначених в п. 1.1.

1.4 Критерії оцінювання фахового іспиту

Рейтингову систему оцінювання фахового іспиту складено відповідно до вимог чинної редакції «Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського» (https://osvita.kpi.ua/node/37).

У письмовій відповіді на теоретичні питання фахового іспиту вступник має продемонструвати знання теорії дисципліни, понятійно-категоріального апарату, термінології, принципів предметної області дисципліни. Відповіді вступник повинен викладати чітко, логічно та послідовно.

У відповідях на теоретичні завданнях екзаменаційного білета оцінюють:

- повноту розкриття питання;
- уміння чітко формулювати визначення понять/термінів та пояснювати їх;
- здатність аргументувати відповідь;
- аналітичні міркування, порівняння, формулювання висновків;
- акуратність оформлення письмової роботи.

Відповідь на питання №1 екзаменаційного білету оцінюється максимально у 34 бали, на питання №2 та питання № 3 – максимально у 33 бали. Критерії оцінювання відповіді на питання екзаменаційного білету є такими:

- повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 31…33 (34) бали;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 24…30 балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 19…23 бали;
- незадовільна відповідь (не відповідає вищезазначеним вимогам) – 0 балів.

Загальний бал вступника за фаховий іспит визначається як сума балів, отриманих вступником за відповідь на кожне з питань екзаменаційного білету.

З метою обчислення конкурсного балу вступника в Єдиній державній електронній базі з питань освіти сумарний бал, отриманий вступником за РСО (60…100 балів), має бути переведений на бали шкали ЄДЕБО (100…200 балів) згідно з Таблицею відповідності:

Таблиця відповідності оцінок РСО (60…100 балів)
оцінкам 200-бальної шкали (100…200 балів)

шкала РСО	шкала 100…200	шкала РСО	шкала 100…200	шкала РСО	шкала 100…200	шкала РСО	шкала 100…200
60	100	70	140	80	160	90	180
61	105	71	142	81	162	91	182
62	110	72	144	82	164	92	184
63	115	73	146	83	166	93	186
64	120	74	148	84	168	94	188
65	125	75	150	85	170	95	190
66	128	76	152	86	172	96	192
67	131	77	154	87	174	97	194
68	134	78	156	88	176	98	196
69	137	79	158	89	178	99	198
						100	200

1.5 Приклад типового завдання фахового іспиту

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) рівень
Спеціальність – 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітня програма – «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії»

Фаховий іспит для вступу на освітньо-професійну програму підготовки магістра

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1

1. Ресурси і виробництво сонячної енергії. Типи сонячних електростанцій Програмні засоби для розрахунку просторово-часового розподілу сонячної радіації (максимальна оцінка – 34 бали).

2. Робота вітроустановки з поршневими насосами. Робота вітроустановки з відцентровими насосами (максимальна оцінка – 33 бали).

3. Хімічні джерела енергії другого роду. Загальні відомості. Розвиток виробництва акумуляторних батарей. Загальна характеристика та їх класифікація. Саморозряд та зберігання хімічних джерел енергії другого роду (максимальна оцінка – 33 бали).

Затверджено на засіданні кафедри відновлюваних джерел енергії
Протокол № 10 від «21» березня 2024 р.

Завідувач кафедри
_____ Василь БУДЬКО

ІІ ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

Порядок проведення фахового іспиту

Фаховий іспит проводиться в очній або дистанційній формі з використанням технологій дистанційного навчання «Google» та сервісу відеотелефонного зв'язку «GoogleMeet» із обов’язковою відеофіксацією процесу проведення іспиту.

Порядок проведення екзамену відповідає «Положенню про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського» (https://osvita.kpi.ua/node/32) та «Регламентам проведення семестрового контролю та захистів кваліфікаційних робіт та атестаційних екзаменів в дистанційному режимі» (https://osvita.kpi.ua/node/148).

Фаховий іспит складається вступниками згідно із затвердженим розкладом. Відхилення від розкладу випробувань неприпустимо.

У разі проведення іспиту в дистанційній формі посилання на відеоконференцію для проведення фахового іспиту створюється напередодні та розсилається всім учасникам (екзаменаторам та вступникам) через відповідні інформаційні канали – електронну пошту, мережі «Viber», «Telegram».

Екзаменаційна комісія зобов’язана забезпечити надійну ідентифікацію (встановлення особи) вступника. В іншому разі, вступник вважається таким, що не з’явився на фаховий іспит. Ідентифікація вступника може здійснюватися, наприклад, шляхом демонстрації екзаменаторові через засоби відеозв’язку свого паспорту або іншого документу, що посвідчує особу.

На фаховому іспиті вступники виконують письмову контрольну роботу. Номери індивідуальних екзаменаційних білетів розподіляються між вступниками через сервер випадкових чисел і оголошуються за списком вступників через засоби відеозв’язку.

Для уникнення завчасної підготовки відповідей вступниками порядок проведення фахового іспиту передбачає написання на кожному аркуші екзаменаційної роботи певного кодового слова, яке вступникам повідомляють під час проведення випробування.

Загальний час, який виділяється на рукописне виконання завдань екзаменаційного білету, складає 90 хвилин. Час початку та час завершення іспиту оголошується екзаменатором. Протягом всього часу підготовки відповідей на питання екзаменаційного білету у здобувача має бути постійно увімкнена камера пристрою, за допомогою якого здійснюється відеозв’язок із екзаменатором.

За 3…5 хвилин до закінчення іспиту вступник повинен підписати кожний аркуш своєї екзаменаційної роботи, зробити їх фотокопію та переслати її до встановленого часу на електронну пошту екзаменаційної комісії або в інший встановлений екзаменаційною комісією спосіб (мережі «Viber», «Telegram»).

Після отримання всіх фотокопій письмових робіт екзаменаційна комісія розпочинає їх перевірку. Оцінювання робіт здійснюється відповідно до рейтингової системи оцінювання (п. 1.5).

ЛІТЕРАТУРА

1. Відновлювані джерела енергії [Електронний ресурс]: монографія / Барило А. А., Бенменні М., Будько М. О. та ін.; ІВЕ НАНУ / [За заг. ред. С. О. Кудрі]. – Електронні текстові данні (1 файл: 11.14 Мбайт). – Київ : Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. – 392 с.
2. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України (видання друге, оновлене та доповнене) / С. О. Кудря, В. Ф. Рєзцов, Т. В. Суржик та інші. − Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2020. – 82 с.
3. ДСТУ 3896:2007 Вітроенергетичні установки та вітроелектричні станції. Терміни та визначення. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 24 с.
4. Вітроенергетика [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка, електромеханіка» / Головко В. М.; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,5 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 88 с. Доступ: https://ela.kpi.ua/handle/123456789/30536
5. Основи вітроенергетики / Г. Півняк, Ф. Шкрабець, Н. Нойбергер, Д. Ципленков – Підручник. – Дніпро: М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Д.: НГУ, 2015. – 335 с.
6. Вітроенергетика: монографія / Дяченко О. С., Іванченко І. В., Кармазін О. А. та ін.; ІВЕ НАНУ / [За заг. ред. С. О. Кудрі]. – Київ : Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2024. – 135 с.
7. Гаєвський, О. Ю. Фотоенергетика. Частина І. Сонячна радіація і фотоелектричні модулі [Електронний ресурс] : підручник для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / О. Ю. Гаєвський ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 4.76 Мбайт). – Київ : КПІ імені Ігоря Сікорського, 2023. – 150 с.
8. Перетворення та акумулювання енергії відновлюваних джерел. Курс лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. І. Будько., М. О. Будько, О. В. Козачук. – Електронні текстові дані (1 файл: 3.81 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 150 с.

Розробник програми:

Професор кафедри
відновлюваних джерел енергії Володимир ГОЛОВКО

Програму рекомендовано:
кафедрою відновлюваних джерел енергії
Протокол № 10 від «21» березня 2024 р.

Завідувач кафедри Василь БУДЬКО