

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Введено в дію наказом від „14” Травня 20 18 р.  
№ 0202/1633



Ректор \_\_\_\_\_ В. С. Бакіров

«14» Травня 20 18 р.

Освітньо-професійна програма

Прикладна фізика енергетичних систем  
другого (магістерського) рівня вищої освіти

Спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали

Кваліфікація: Магістр прикладної фізики та наноматеріалів, прикладна фізика енергетичних систем

Спеціалізації

- Інформаційні технології обробки даних в енергетичних системах
- Теплофізика, молекулярна фізика і енергоефективність
- Фізика нетрадиційних енерготехнологій та фізичні аспекти екології

Затверджено вченою радою університету “24” Квітня 2018 року, протокол № 57

## ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

### Освітньо-професійної програми

1.1 Вчена рада навчально-наукового інституту:

протокол № 4/18 від « 28 » лютого 2018 р.

Голова Вченої ради факультету  (Ірина ГАРЯЧЕВСЬКА)

1.2 Методична комісія навчально-наукового інституту:

протокол № 2/18 від « 14 » лютого 2018 р.

Голова методичної комісії інституту  (Ольга ЛІСІНА)

## Мета програми

визначити вимоги до рівня освіти осіб, які можуть розпочати навчання за спеціальністю Прикладна фізика та наноматеріали (спеціалізації: Інформаційні технології обробки даних в фізико-енергетичних системах, Теплофізика, молекулярна фізика та енергоефективність, Фізика нетрадиційних енерготехнологій та фізичні аспекти екології), відобразити перелік навчальних дисциплін і логічну послідовність їх вивчення, кількість кредитів ЄКТС, необхідних для виконання цієї програми, а також очікувані результати навчання (компетентності), якими повинен оволодіти здобувач ступеня магістр вищої освіти.

## Обсяг програми

90 кредитів ЄКТС

## Нормативний термін навчання 1 рік 4 місяці (3 семестра)

**Вимоги до рівня освіти осіб, які можуть розпочати навчання за програмою, і вимоги до професійного відбору вступників.**

1. Прийом на основі ступеня бакалавра на навчання для здобуття ступеня магістра здійснюється за результатами вступних випробувань. Бакалаврі складають вступні іспити по наступним дисциплінам: іноземна мова, термодинаміка та молекулярна фізика.
2. Особа може вступити до Університету для здобуття ступеня магістра на основі ступеня бакалавра, здобутого за іншою спеціальністю, за умови успішного проходження додаткових вступних випробувань з урахуванням середнього бала диплома бакалавра.
3. Розрахунок рейтингового балу здійснюється наступним чином: середній бал диплома бакалавра помножений на 5 плюс бали за захист диплома та бали за державний іспит поділені на 2 та помножені на 4 плюс бал набраний на вступному іспиті з іноземної мови.

**Результати навчання (компетентності), якими повинен оволодіти здобувач вищої освіти.**

Компетенції	Шифр компетенції
1	2
<b>соціально-особистісні:</b>	<b>КСО</b>
- розуміння та сприйняття етичних норм поведінки відносно інших людей (основи етики) і відносно природи (принципи біоетики);	КСО-1
- розуміння необхідності та дотримання норм здорового способу життя;	КСО-2
- здатність учитися;	КСО-3
- здатність до критики й самокритики;	КСО-4
- креативність, здатність до системного мислення;	КСО-5

- адаптивність і комунікабельність;	КСО-6
- наполегливість у досягненні мети;	КСО-7
- турбота про якість виконуваної роботи;	КСО-8
- толерантність;	КСО-9
- екологічна грамотність;	КСО-10
- правова ерудованість;	КСО-11
<b>загальнонаукові:</b>	<b>КЗН</b>
- базові уявлення про основи філософії, психології, педагогіки, що сприяють розвитку загальної культури й соціалізації особистості, схильності до етичних цінностей, розуміння причинно-наслідкових зв'язків й уміння їх використовувати в професійній і соціальній діяльності;	КЗН-1
- базові знання фундаментальних розділів математики в обсязі, необхідному для володінням математичним апаратом прикладної фізики, здатність використовувати математичні методи в діяльності за обраною професією	КЗН-2
- базові знання в галузі інформатики й сучасних інформаційних технологій; навички розробки і використання програмних засобів, уміння використовувати інтернет-ресурси;	КЗН-3
- базові знання фізики та інших фундаментальних наук в обсязі, необхідному для освоєння загально професійних дисциплін	КЗН-4
- поглиблені знання математики, здатність використовувати математичні методи;	КЗН-5
- поглиблені знання в галузі інформатики й сучасних інформаційних технологій; навички розробки і використання програмних засобів і навички роботи в комп'ютерних мережах, уміння створювати бази;	КЗН-6
- поглиблені знання фізики;	КЗН-7
- базові знання у галузі біології, екології, біохімії;	КЗН-8
<b>інструментальні:</b>	<b>КІ</b>
- здатність до письмової й усної комунікації рідною мовою;	КІ-1
- знання іноземної мови (англійської обов'язково, інші бажано);	КІ-2
- базові навички роботи з комп'ютером та програмним забезпеченням	КІ-3
- поглиблені навички роботи з комп'ютером;	КІ-4
- навички отримання, обробки, збереження та поширення інформації	КІ-5
- навички управління інформацією;	КІ-6
- початкові науково-дослідницькі навички	КІ-7
- дослідницькі навички;	КІ-8
- викладацькі навички;	КІ-9
<b>професійні компетенції*</b>	
<b>загально-професійні:</b>	<b>КЗП</b>
- базові уявлення про різноманітність фізичних об'єктів, про принципи будови та властивості фізичних об'єктів різної ієрархічної приналежності, розуміння значення їхнього різноманіття для існування сучасного світу	КЗП-1
- володіння методами спостереження, опису, ідентифікації класифікації, створення фізичних об'єктів	КЗП-2
- сучасні уявлення про принципи структурної й функціональної організації фізичних об'єктів і механізми їхньої взаємодії	КЗП-3
- здатність вибирати методи та методики розв'язання типових спеціалізованих задач в галузі прикладної фізики та проведення дослідження у відповідності до сформульованого завдання	КЗП-4
- сучасні уявлення про основні теоретичні чи експериментальні методи проведення наукового дослідження фізичних об'єктів та технологічного процесу їхнього створення	КЗП-5
- здатність застосовувати основні експериментальні методи та технологічне обладнання.	КЗП-6

\* Професійні компетенції визначаються відповідно до професійної діяльності та освітньо-професійного рівня

прилади, апарати, системи та вимірювальні прилади для проведення експериментального дослідження фізичних об'єктів та здійснення технологічного процесу	
- здатність використовувати чисельні методи для наближеного розв'язання прикладних задач, володіння методами математичної обробки результатів дослідження та математичного моделювання	КЗП-7
- базові знання з механіки та здатність використовувати їх в процесі експериментальних та теоретичних досліджень механічних явищ	КЗП-8
- базові знання з молекулярної, статистичної фізики і термодинаміки та здатність використовувати їх в процесі експериментальних та теоретичних досліджень теплофізичних властивостей речовин в різних агрегатних станах	КЗП-9
- базові знання з електрики, магнетизму, електродинаміки та здатність використовувати їх при дослідженнях електромагнітних властивостей фізичних об'єктів	КЗП-10
- базові знання з оптики, здатність використовувати їх в процесі експериментальних та теоретичних досліджень хвильових та оптичних явищ	КЗП-11
- базові знання з атомної чи атомно-ядерної фізики та здатність використовувати їх в процесі експериментальних та теоретичних досліджень фізичних явищ і процесів	КЗП-12
- базові уявлення про сучасні проблеми фізики ядра, фізики елементарних частинок, квантової фізики	КЗП-13
- базові знання з фізики плазми та термоядерного синтезу	КЗП-14
- базові знання з фізики твердого тіла	КЗП-15
- базові знання з фізичного матеріалознавства	КЗП-16
- базові знання з методів обробки зображень, здатність використовувати їх у моделюванні систем технічного зору та розпізнаванні зображень різного походження	КЗП-17
- базові знання з медичної фізики	КЗП-18
- здатність організувати роботу відповідно до вимог охорони праці та виробничої санітарії	КЗП-19
- здатність до ділових комунікацій у професійній сфері, знання основ ділового спілкування, навички роботи в команді	КЗП-20
- уміння вести дискусію, викладати та репрезентувати результати професійної діяльності	КЗП-21
- здатність до подальшого навчання в професійній сфері	КЗП-22
- здатність здійснювати планування, аналіз, контроль та оцінювання власної роботи та роботи інших осіб	КЗП-23
- здатність до здійснення певних управлінських функцій та прийняття рішень у межах посадових обов'язків	КЗП-24
- здатність вибирати методи та методики дослідження у відповідності до поставленої задачі;	КЗП-25
- здатність використовувати методи та методики експериментального дослідження	КЗП-26
- володіння методами математичної обробки результатів дослідження та математичного моделювання;	КЗП-27
- здатність до теоретичного аналізу, співставлення теоретичних результатів з експериментальними даними;	КЗП-28
- здатність до розробки нових методів та методик дослідження, самостійного пошуку об'єкту дослідження;	КЗП-29
- здатність структурувати та узагальнювати результати досліджень;	КЗП-30
- здатність до коректного та логічного представлення результатів;	КЗП-31
<b>спеціалізовано-професійні:</b>	<b>КСП</b>
- здатність використовувати фізичні засоби і методи досліджень до енергетичних систем;	КСП-1
- здатність до розв'язання екологічних задач;	КСП-2

- здатність до планування фізичного експерименту та дослідження в галузі енергетики;	КСП-3
- здатність до розробки елементів науково-дослідницьких та експертних систем та засобів;	КСП-4
- здатність використовувати отримані знання для забезпечення працездатності систем та приладів енергетичного призначення, забезпечення екологічної безпеки їх експлуатації;	КСП-5
- здатність до реалізації фізико-математичних та комп'ютерних знань для розробки нових методів здобуття енергії;	КСП-6
- здатність використовувати професійно-профільовані знання для обробки теоретичних чи експериментальних даних і математичного моделювання фізичних явищ і процесів	КСП-7
- здатність використовувати математичний апарат для освоєння теоретичних основ і практичного використання фізичних методів	КСП-8
- здатність використовувати професійно-профільовані знання й практичні навички в галузі загальної, теоретичної та прикладної фізики для дослідження фізичних явищ і процесів	КСП-9
- здатність використовувати фізико-математичні та технологічні знання при обранні матеріалів для оптимального розв'язання конкретної задачі	КСП-10
- здатність до використання фізико-математичних знань для обрання технологічного процесу для розв'язання конкретної задачі	КСП-11
- здатність до використання фізико-математичних знань для обробки зображень	КСП-12
- здатність застосовувати знання з методів фізичних вимірювань	КСП-13
- професійно-профільовані знання й уміння в галузі теоретичних основ інформатики й практичного використання комп'ютерних технологій	КСП-14
- здатність володіти навичками роботи з комп'ютером на рівні користувача, використовувати інформаційні технології та інтернет-ресурси для розв'язання теоретичних експериментальних і прикладних завдань у галузі професійної діяльності	КСП-15

## Перелік обов'язкових навчальних дисциплін

Шифр навчальної дисципліни	Перелік дисциплін	Семест р	Кредити в ECTS	Навчальні цикли та передбачувані результати їх засвоєння	Шифри сформованих компетенцій
1	2		3	4	5
<b>1.1 Цикл загальної підготовки</b>					
ЗП.Н.01	Глобальні проблеми сучасності	2	3	Розуміння проблем сучасної цивілізації, які зачіпають інтереси людства в цілому і кожної окремої людини, основних поглядів та можливих шляхів їх вирішення.	КСО-1, КСО-2, КСО-5, КСО-09, КСО-12, КЗП-8,
<b>1.2 Цикл професійної підготовки</b>					
ПП.Н.01	Виробнича практика	3	16	Формування навичок самостійної науково-дослідницької діяльності	КІ-1, КІ-5, КЗП-3, КЗП-7
ПП.Н.02	Переддипломна практика	3	14	Формування професійних навичок дослідника вищого навчального закладу. Підготовка диплома до захисту	КСО-1, КСО-6, КСО-7, КСО-8, КСО-9, КІ-6, КЗП-22, КЗП-23, КЗП-24, КЗП-25, КЗП-26, КЗП-27
ПП.Н.03	Підготовка дипломної роботи	3		Перевірка рівня отриманих компетенцій для професійної діяльності, передбаченої ОКХ спеціальності 8.04020401 («прикладна фізика»)	КІ-1, КІ-5, КЗП-1, КСО-7, КЗП-4, КЗП-6, КЗП-7, КЗП-22, КЗП-23, КЗП-24, КЗП-25, КЗП-26, КЗП-27, КЗП-28, КЗП-29, КЗП-30, КЗП-31
<b>Всього за обов'язковою частиною</b>			<b>33</b>		

## Перелік навчальних дисциплін за вибором здобувача вищої освіти

Шифр навчальної дисципліни або практики	Перелік дисциплін	Семест р	Кредити в ECTS	Навчальні цикли та передбачувані результати їх засвоєння	Шифри сформованих компетенцій
1	2		3	4	5
<b>2.1 Цикл професійної підготовки</b>					
<b>Інформаційні технології в фізико-енергетичних системах</b>					
ППП.В.01	Спеціальний курс математики	1	5	Поглиблені знання та вміння застосовувати апарат вищої алгебри для дослідження та опису фізичних явищ	КСО-3, КСО-5, КЗН-2, КІ-1, КЗП-2, КЗП-4, КСП-2
	Додаткові розділи математики для фізиків			знати: основні поняття, теоретичні положення і методи математичної фізики, функціонального аналізу вміти: вибирати методи математичної фізики та функціонального аналізу для розв'язання математичних і фізичних задач, дослідження фізичних систем та набути навичок самостійного використання і вивчення літератури з математичних дисциплін	КСО-3, КСО-5, КЗН-2, КІ-1, КЗП-2, КЗП-4, КСП-2
ППП.В.02	Багатовимірні масиви	1,2	9	Використання апарату математичної статистики для потреб	КСО-3, КЗН-2, КЗН-5, КІ-5,

	даних			фізичного експерименту	КЗП-1, КЗП-3, КСП-1
	Великі дані в енергетиці та фізиці			Знати: Основні моделі, що описують великі дані; Основні задачі аналізу великих даних; Основні факти, пов'язані з багатовимірним нормальним розподілом; Постановки і методи розв'язання задач лінійного та нелінійного регресійного аналізу; Постановки і методи розв'язання задач лінійного та нелінійного зниження розмірності; вміти: Адекватно формалізувати змістовні прикладні задачі у вигляді завдань аналізу великих даних; Застосовувати методи багатовимірного статистичного аналізу, методи регресійного аналізу та методи зниження розмірності для вирішення завдань аналізу великих даних; Використовувати математичні пакети прикладних програм для вирішення завдань аналізу великих даних	КСО-3, КЗН-2, КЗН-5, КІ-5, КЗП-1, КЗП-3, КСП-1
ППП.В.03	Чинники успішного працевлаштування	1	6	Знати: основні законодавчі поняття ринку праці, умов праці та зайнятості, питань регулювання трудових відносин; Вміти: розробляти алгоритми та плани пошуку роботи, писати основні документи, що супроводжують пошук та отримання роботи, поводитися під час процедур тестування та співбесіди з роботодавцем.	КСО-1, КСО-2, КСО-5, КСО-09, КСО-12, КЗП-8
	ІТ в альтернативній енергетиці			Знати: основні принципи використання персонального комп'ютера для планування експерименту та обробки його результатів; завдання та функції сучасних програмних комплексів у цієї галузі. Вміти користуватися програмними засобами для виконання кількісних розрахунків; – виконувати статистичну обробку результатів експериментів за допомогою персонального комп'ютера; – виконувати програмне моделювання процесів та об'єктів, що використовуються у технічних і наукових розрахунках в галузі енергетики;	КЗН-2, КЗН-4, КІ-4, КЗП-1, КЗП-3, КСП-1
ППП.В.04	Методи скінченних та граничних елементів	1	6	Використання результатів фізичних досліджень для вибору матеріалів при їх застосуванні.	КЗН-4, КЗН-5, КІ-5, КЗП-2, КЗП-4, КСП-6
	Методи оптимального проектування			Знання фізичні причини обмеження якості зображення при його записі та введенні до комп'ютера, специфіку процесів візуалізації на моніторі та твердому носії	КСО-3, КЗН-3, КЗН-6, КІ-3, КІ-4, КСП-11, КСП-12, КСП-13, КСП-14, КСП-15, КЗП-17, КЗП-18
ППП.В.05	Тензорне обчислення в математичному моделюванні процесів в енергетиці	1,2	10	Формування навичок з вибору обчислювальної системи для розв'язання фізичних задач, та вміння запропонувати та реалізувати обчислювальний метод. Розробка і використання програмних засобів для обробки складних інформаційних структур енергетичного призначення.	КЗН-2, КЗН-4, КІ-4, КЗП-1, КЗП-3, КСП-1



	Математичне моделювання фізичних полів з гвинтовим типом сіметрії			Вміння розробляти комп'ютерну модель та її програмну реалізацію фізичної системи для різних областей фізики, здійснювати збір та обробку даних експерименту	КСО-3, КСО-5, КІ-3, КІ-4, КІ-5, КІ-6, КСП-7, КСП-8, КСП-15
ППП.В.06	Моделювання гідродинамічних процесів	1,2	9	Знання методів розв'язання та дослідження системи рівнянь гідродинаміки для різних граничних умов та різної геометрії системи при моделюванні процесів в енергетичних системах. Вміння математично моделювати процеси в енергетичних системах	КСО-3, КЗН-5, КЗН-7, КІ-4, КІ-7, КЗП-4, КЗП-7, КСП-8
	Моделювання процесів в енергетичних системах			Знання основних термінів і понять образів, геометричної моделі зображень, принципів формування цифрових зображень, понять дискретизації та квантування. Вміти аналізувати ефективність різнорівневої обробки зображень та проводити експериментальні дослідження в сфері розпізнавання образів	КСО-3, КЗН-3, КЗН-6, КІ-3, КІ-4, КСП-11, КСП-12, КСП-13, КСП-14, КСП-15, КЗП-17
ППП.В.08	Застосування логіки, що програмується в системах керування	2	6	Розробка і використання програмних засобів на основі баз даних для застосування в галузі енергетики	КСО-5, КЗН-3, КІ-4, КЗП-3, КСП-1, КСП-4
	Застосування складних алгоритмів в задачах енергетики			Знання чисельних методів та вміння використовувати їх у розв'язку задач з досліджень теплофізичних процесів	КСО-3, КСО-5, КЗН-3, КЗН-5, КЗН-7, КІ-4, КІ-7, КЗП-3, КЗП-4, КЗП-7, КСП-4, КСП-8
ППП.В.07	Додаткові розділи обробки сигналів	2	6	Вміння застосовувати дискретні ортогональні перетворення при реалізації алгоритмів цифрової обробки біомедичних сигналів, розраховувати цифрові фільтри зі скінченною та нескінченною імпульсними характеристиками.	КСО-3, КЗН-3, КЗН-6, КІ-3, КІ-4, КСП-11, КСП-12, КСП-13, КСП-14, КСП-15, КЗП-17
	Теорія обробки даних			Вміння застосовувати дискретні ортогональні перетворення при реалізації алгоритмів цифрової обробки сигналів, розраховувати цифрові фільтри зі скінченною та нескінченною імпульсними характеристиками.	КСО-3, КЗН-3, КЗН-6, КІ-3, КІ-4, КСП-11, КСП-12, КСП-13, КСП-14, КСП-15, КЗП-17
<b>Всього за вибірковою частиною</b>			<b>57</b>		
<b>Теплофізика та молекулярна фізика</b>					
ППП.В.01	Теорія пограничного шару	2	5	Знання фізичних основ та математичних моделей гідрогазодинамічної та теплової взаємодії потоку рідини і твердого тіла. Вміння проводити розрахунки параметрів пограничного шару при ламінарній та турбулентній течії.	КСО-5, КСО-7, КСО-8, КЗН-7, КЗП-4, КЗП-25, КСП-1, КСП-2, КСП-8, КСП-9,
	Теорія турбулентної течії			Знання фізичних основ та математичних моделей турбулентної течії, способів інтенсифікації теплообміну із застосуванням турбулентних потоків. Вміння проводити розрахунки параметрів турбулентності та оцінювати вплив турбулентності на параметри теплообміну.	КСО-5, КСО-7, КСО-8, КЗН-7, КЗП-4, КЗП-25, КСП-1, КСП-2, КСП-8, КСП-9,
ППП.В.02	Енергоменеджмент та енергоаудит	2	5	Знання основ комп'ютерного моделювання спряженого та складного теплообміну в енергетичному обладнанні та	КСО-5, КСО-7, КСО-8, КЗН-6, КІ-4, КЗП-7, КЗП-27,

				<p>принципів проведення інженерних розрахунків різного ступеня складності для розв'язання задач тепломасопереносу. Вміння застосовувати отримані знання на практиці при виконанні інженерних розрахунків за допомогою сучасних програмних засобів та обчислювальної техніки.</p>	<p>КСП-2, КСП-7, КСП-14, КСП-15,</p>
	Енергозбереження та енергоменеджмент			<p>Знання основ комп'ютерних технологій для розв'язання задач прикладної фізики стосовно енергетичного обладнання та принципів проведення інженерних розрахунків різного ступеня складності для розв'язання таких задач. Вміння застосовувати отримані знання на практиці при виконанні інженерних розрахунків за допомогою сучасних програмних засобів та обчислювальної техніки.</p>	<p>КСО-5, КСО-7, КСО-8, КЗН-6, КІ-4, КЗП-7, КЗП-27, КСП-2, КСП-7, КСП-14, КСП-15,</p>
ППП.В.03	Альтернативні і поновлювальні джерела енергії	1,2	10	<p>Знання основних джерел нетрадиційної енергетики та їх енергетичний потенціал; принципів дії, технічні характеристики, конструкцію перетворювачів енергії, що використовуються в альтернативних джерелах, а також їх властивості; переваги та недоліки нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії.</p> <p>Вміння використовувати знання при вирішенні практичних завдань з вибору існуючих та створенню нових, нетрадиційних джерел енергії, а також вміння користуватися технічною літературою, справочними матеріалами та даними фірм-виробників обладнання при вирішенні завдань з вибору нетрадиційних чи альтернативних джерел енергії.</p>	<p>КСО-5, КСО-7, КСО-8, КЗН-7, КІ-7, КЗП-5, КЗП-25, КСП-1, КСП-2, КСП-3, КСП-4, КСП-5, КСП-6, КСП-9, КСП-10, КСП-11,</p>
	Основи альтернативної енергетики			<p>Знання з термінології, що стосується основних понять дисципліни; умов виникнення енергії нетрадиційних та відновлюваних джерел; кількісних та якісних характеристик кожного з нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії; розподілу енергетичного потенціалу нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії в світі та в Україні; рівнів та пріоритетів використання енергії нетрадиційних та відновлюваних джерел в світі та в Україні; методів та засобів перетворення енергії нетрадиційних та відновлюваних джерел в якість, необхідну споживачам; методів підвищення ефективності обладнання на основі нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії за рахунок застосування акумуляторів енергії; методів підвищення ефективності обладнання на основі нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії за рахунок комплексного їх використання; функціонування енергетичних ринків на основі нетрадиційних</p>	<p>КСО-5, КСО-7, КСО-8, КЗН-7, КІ-7, КЗП-5, КЗП-25, КСП-1, КСП-2, КСП-3, КСП-4, КСП-5, КСП-6, КСП-9, КСП-10, КСП-11,</p>

				<p>та відновлюваних джерел енергії і їх вплив на розвиток суспільства; методів оцінки екологоенергетичних показників нетрадиційної та відновлюваної енергетики; заходів стимулювання розвитку показників нетрадиційної та відновлюваної енергетики, методів формування енергетичної політики, нормативної-правової бази.</p> <p>Вміння володіти стандартною термінологією, що використовується для визначення ключових понять курсу; класифікувати види нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії; оцінювати роль нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії як одного із заходів енергозбереження в подальшому розвитку енергетики; визначати ефективність застосування різних джерел енергії з врахуванням кліматометеорологічних та географічних особливостей територій; оцінювати переваги застосування нетрадиційних та відновлюваних порівняно з традиційними методами отримання енергетичної продукції; визначати та оцінювати загальні енергетичні показники нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії; оцінювати переваги та недоліки різних методів перетворення енергії та знаходити оптимальні рішення застосування кожного з нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії; визначати кількість енергії, отриманої при перетворенні кожного з нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії в теплову та електричну енергію; користуватися еквівалентними енергетичними одиницями; оцінювати паливно-енергетичний потенціал нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії - загальний, технічно-досяжний та економічно-доцільний; знаходити ефективні технологічні рішення за рахунок комплексного використання енергії нетрадиційних та відновлюваних джерел; знаходити ефективні технологічні рішення за рахунок використання акумуляторів енергії, в тому числі при створенні комплексних систем акумулювання енергії; розробляти оптимальні схематичні рішення комбінованих енергосистем на основі комплексного використання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії і комплексного застосування систем акумулювання енергії; розробляти оптимальні схемні рішення енергосистем з поєднанням елементів традиційної і нетрадиційної енергетики;</p>	
ППП.В.04	Проектування енергетичних систем на основі	1,2	9	Знання основних понять та визначення щодо відновлювальних джерел; класифікації відновлювальних джерел енергії; конструкції відновлювальних джерел електричної енергії;	КСО-5, КСО-7, КСО-8, КЗН-7, КЗП-25, КСП-1, КСП-2, КСП-3, КСП-4,

	відновлювальних джерел енергії			основні фізичні процеси у перетворювачах енергій сучасні підходи до розробки відновлювальних джерел енергії; теорію оцінювання ефективності відновлювальних джерел енергії методику розрахунку основних робочих параметрів відновлювальних джерел енергії. Вміння розраховувати основні параметри відновлювальних джерел енергії; здійснювати загальний аналітичний аналіз перспективності використання відновлювальних джерел енергії.	КСП-5, КСП-6, КСП-9, КСП-10, КСП-11,
	Енергетичні системи на базі поновлювальних джерел енергії			Знання конструкцій і схем систем сонячного тепло- і електропостачання, теорії ідеального і реального вітряка, класифікації і пристрій вітроенергетичних установок, основи використання енергії морських хвиль і течій, способів використання геотермальної енергії в системах теплопостачання, можливості застосування біомаси і твердих побутових відходів як енергетичне паливо; Вміння розробляти схеми, робити конструктивні і перевірочні розрахунки систем енергопостачання на базі нетрадиційних і поновлюваних джерел енергії.	КСО-5, КСО-7, КСО-8, КЗН-7, КЗП-25, КСП-1, КСП-2, КСП-3, КСП-4, КСП-5, КСП-6, КСП-9, КСП-10, КСП-11,
ППП.В.05	Термопружний стан елементів енергетичного обладнання	1,2	10	Знання математичних моделей та основних методів розрахунку термонапружень в елементах енергетичного обладнання. Вміння використовувати теоретичний матеріал для розв'язання практичних задач, аналізувати результати чисельних досліджень і робити висновки щодо ресурсу та надійності роботи енергетичного обладнання.	КСО-5, КСО-7, КСО-8, КЗН-7, КЗП-4, КЗП-25, КСП-1, КСП-2, КСП-8, КСП-9,
	Моделювання, ідентифікація та оптимізація теплофізичних процесів в енергетичних системах			Знання теорії математичного моделювання, ідентифікації та оптимізації теплофізичних процесів. Вміння застосовувати отримані знання на практиці при проведенні багатоваріантних обчислювальних експериментів при вивченні закономірностей теплообміну в об'єктах енергетичного обладнання.	КСО-5, КСО-7, КСО-8, КЗН-7, КЗП-4, КЗП-25, КСП-1, КСП-2, КСП-8, КСП-9,
ППП.В.06	Низькотемпературні проблеми енергетики	1	5	Знання сучасних та перспективних методів отримання та перетворення енергії з використанням низьких температур, фізичні властивості конденсованих систем при низьких температурах. Вміння застосовувати отримані знання на практиці при роботі з криогенними рідинами і пристроями, що використовуються в сучасній енергетиці, промисловості та електроніці.	КСО-5, КСО-7, КСО-8, КЗН-7, КЗП-5, КЗП-25, КСП-1, КСП-2, КСП-3, КСП-4, КСП-5, КСП-6, КСП-10, КСП-11,

	Кріотехнології в енергетиці та теплофізиці			Знання методів скраплення газів, квантових макроскопічних явищ. Вміння застосовувати отримані знання на практиці при роботі з кріогенними рідинами і пристроями, що використовуються в сучасній енергетиці, фізиці та техніці.	КСО-5, КСО-7, КСО-8, КЗН-7, КЗП-5, КЗП-25, КСП-1, КСП-2, КСП-3, КСП-4, КСП-5, КСП-6, КСП-9, КСП-10, КСП-11,
ППП.В.07	Технічна діагностика елементів енергетичного обладнання	1	8	Знання методів технічного діагностування та прийоми діагностування елементів механізмів; практичного діагностування: вибору засобів технічного діагностування, виміру діагностичних параметрів елемента енергетичного обладнання. Вміння оцінити технічний стан елементів енергетичного обладнання..	КСО-5, КСО-7, КСО-8, КЗП-4, КЗП-25, КСП-2, КСП-4, КСП-10, КСП-12,
	Методи оптимізації та діагностики в енергетиці			Знання методів оптимізації для функцій однієї та багатьох змінних, методів умовної оптимізації, оптимізаційні процеси при розв'язанні задач діагностики в енергетиці Вміння виконувати постановку, алгоритмізацію та розв'язок основних типів задач, оптимізації: розв'язання задач різними методами одновимірної оптимізації, багатовимірної оптимізації, тощо.	КСО-5, КСО-7, КСО-8, КЗП-4, КЗП-25, КСП-2, КСП-4, КСП-10, КСП-12,
ППП.В.08	Теплоенергетичні установки теплових і атомних електростанцій	1	5	Знання теоретичних основ перетворення енергії палива в електричну енергію на ТЕС та АЕС; основ складання теплових схем турбоустановок та технологічної структури електростанцій різного типу, технічних та економічних вимог щодо експлуатації ТЕС та АЕС. Вміння оптимізувати параметри циклів, підвищення надійності та економічності ТЕС та АЕС шляхом впровадження промперегріву, регенеративного підігріву, конденсату та живильної води розширення діючих електростанцій установками високих параметрів, зниження втрат енергії та робочого тіла; вміння аналізувати технологічні процеси та системи ТЕС та АЕС, використовувати технічну та справочну літературу, державні стандарти, сучасні комп'ютерні технології для вирішення теплотехнічних задач в енергетиці; вміння провести аналіз та розробити заходи щодо покращення техніко-економічних та екологічних показників процесів, систем та елементів ТЕС та АЕС.	КСО-5, КСО-7, КСО-8, КЗН-7, КЗП-5, КЗП-25, КСП-1, КСП-2, КСП-3, КСП-4, КСП-5, КСП-6, КСП-9, КСП-10, КСП-11,
	Енергетичне устаткування ТЕЦ і АЕС			Знання- принципів дії, конструкції, властивостей, області застосування енергетичних установок ТБЕЦ, АЕС. Вміння вибрати енергетичне устаткування для рішення конкретних технічних задач при дослідженні, проектуванні й експлуатації технологічного устаткування; оцінювати ю	КСО-5, КСО-7, КСО-8, КЗН-7, КЗП-4, КЗП-25, КСП-1, КСП-2, КСП-5, КСП-9,

				ефективну і безпечну роботу енергетичного устаткування ТЕЦ, АЕС.	
<b>Всього за вибірковою частиною</b>			<b>57</b>		
<b>Фізика нетрадиційних енерготехнологій та фізичні аспекти екології</b>					
ППП.В.01	Ресурсозберігаючі та екологічно чисті технології	1,2	10	Знання основ та перспектив розвитку водневої та сірководневої енергетики. Вміння проаналізувати та оцінити можливості нетрадиційної енергетики порівняно з традиційними джерелами енергії.	КСО-5, КСО-8, КЗН-5, КЗН-6, КЗН-7, КЗН-8 КІ-7 КЗП-4 КЗП-9
	Сірководневі технології				
ППП.В.02	Вуглець і водень в енергетиці	1	4	Знання математичних моделей однофазної фільтрації, рішень одновимірних задач сталої фільтрації нестисливої рідини та газу у прямолінійно-паралельному, плоскорадіальному та радіально-сферичному випадках при виконанні закону Дарсі, формул припливу нестисливої рідини та газу до неоднорідних пластів, шляхів вирішення задач про плоскі сталі фільтраційні потоки. Вміння застосовувати отримані знання у випадках одновимірної сталої фільтрації нестисливої рідини та газу в однорідних та неоднорідних пористих середовищах, розв'язувати задачі про плоскі сталі фільтраційні потоки.	КСО-5, КСО-8, КЗН-5, КЗН-6, КЗН-7, КЗН-8, КІ-6 КЗП-9
	Сучасні нафтогазові технології			знати сучасні технології пошуку й розвідки нафтогазових родовищ, методи збільшення продуктивності нафтових пластів, способи експлуатації нафтових, газових і газоконденсатних свердловин; вміти застосувати отримані знання для виконання типових технологічних розрахунків процесів буріння та збільшення нафтовіддачі пластів	КСО-5, КСО-8, КЗН-5, КЗН-6, КЗН-7, КЗН-8, КІ-6 КЗП-9
ППП.В.03	Новітня нетрадиційна енергетика	1	4	Знання основних термоядерних реакцій та необхідних умов для їх здійснення, фізичних ідей щодо магнітного утримання плазми та шляхи їх практичної реалізації (токамаки, стеларатори, сферомаки), технологічних і фізичних основ інерційного синтезу, фізичних основ магніто-гідродинамічного та кінетичного опису плазми, умов балансу потужності в плазмі, екологічних аспектів ядерного синтезу та його очікувані наслідки для навколишнього середовища. Вміння застосовувати методи фізики плазми та параметри опису плазми для аналізу балансу потужності у рівноважній термоядерній плазмі.	КСО-5, КСО-8, КЗН-5, КЗН-6, КЗН-7, КЗН-8, КІ-6 КЗП-2 КЗП-3 КЗП-13 КЗП-14
	Нанофізика в нетрадиційній енергетиці			студенти мають знати сучасні системи енергозабезпечення, принципи їх роботи; вміти застосовувати отримані знання з метою сприяння поліпшення екологічного стану довкілля, що дозволяє зменшити ризики захворювання людини	КСО-5, КСО-8, КЗН-2, КЗН-3, КЗН-4, КІ-6 КЗП-2 КЗП-3
ППП.В.04	Перспективні	1	5	Знання теоретичних основ матеріалознавства та відповідних розділів	КСО-5, КСО-8, КЗН-2,

	конструкційні матеріали нетрадиційної енергетики та технології їх створення			фізики твердого тіла, необхідних для розробки перспективних конструкційних матеріалів нетрадиційної енергетики та технологій їх створення	КЗН-3, КЗН-4, КІ-6
	Енергоефективні технології дегідратації та диспергування реологічних матеріалів			Ознайомляться із сучасними енергозберігаючими технологіями та термотехнологічними установками, котрі використовуються під час дегідратації та диспергування вологих матеріалів. Навчаться аналізувати та оптимізувати енергоефективні, екологічно чисті технологічні процеси в термовакuumних установках по дегідратації та диспергуванню реологічних матеріалів.	КСО-5, КСО-8, КЗН-5, КЗН-6, КЗН-7, КЗН-8 КІ-7 КЗП-4 КЗП-9
ППП.В.05	Сонячна енергетика	1	4	Знання фізичних, електродинамічних та термодинамічних характеристик сонячної енергії, сучасних технологій одержання, перетворення, зберігання та транспортування сонячної енергії, принципів роботи напівпровідникового сонячного елемента, новітніх технологій в сонячній енергетиці. Вмітня застосовувати отримані знання з погляду термодинамічної та електродинамічної ефективності перетворення енергії та вирішення енерго-екологічних проблем.	КСО-5, КСО-8, КЗН-5, КЗН-6, КЗН-7, КЗН-8, КІ-6 КІ-7 КЗП-9
	Сучасні методи вироблення, акумулювання і передавання електричної енергії			Вивчення фізико-технічних основ вироблення, акумулювання і передавання електричної енергії для сучасних і перспективних енергетичних установок. забезпечити формування у студентів знань основних властивостей електромагнітної взаємодії і законів перетворення, руху електричної енергії, отримання навичок застосування науково-технічних знань на практиці при вивченні способів передавання електричної енергії. Фізико-технічні і енергетичні аспекти вироблення, акумулювання і передавання електричної енергії. Сучасні технології однопровідного і бездротового передавання електричної енергії. Новітні технології в розробках перспективних електричних систем.	КЗН-6, КЗН-7, КЗН-8, КІ-6 КІ-7 КЗП-9
ППП.В.06	Радіоекологія енергетичних систем	1	5	Знати: основи реакторної фізики, основні властивості реакторної плазми, стан сучасних досліджень, основні напрямки подальшого розвитку, альтернативні концепції в реалізації керованого ядерного синтезу. Вміти: застосовувати методи сучасної фізики для аналізу процесів, що відбуваються в термоядерному реакторі	КСО-5, КСО-8, КЗН-2, КЗН-3, КЗН-4, КІ-6
	Керований термоядерний синтез.			Основні завдання вивчення дисципліни: забезпечити формування у студентів сучасного розуміння квантового	КСО-5, КСО-8, КЗН-2, КЗН-3, КЗН-4, КІ-6

	Радіаційна безпека			транспорту в нанорозмірних пристроях та розкрити фізичні основи сучасних та перспективних напрямків нанотехнологій, що використовують маніпуляцію спіном електрона. студент має розуміти фізичні основи наноелектроніки, ознайомитися з перспективними напрямками застосування нанотехнологій в альтернативній енергетиці та бути здатним читати і розуміти поточну журнальну літературу в галузях нанофізики, наноелектроніки та інформаційних технологій.	
ППП.В.07	Статистична механіка і фізична кінетика	1	5	Знання: методів опису нерівноважних процесів в макроскопічних системах на підставі кінетичного рівняння Больцмана та його різних модифікацій. Вміти: описувати нерівноважні процеси в макроскопічних системах за допомогою кінетичного рівняння Больцмана та його різних модифікацій, і досліджувати нерівноважні властивості макроскопічних систем шляхом знаходження розв'язків відповідних кінетичних рівнянь у певних умовах.	КЗН-4, КЗН-7, КЗП-8, КЗП-9, КСП-11
	Спінтроніка в альтернативній енергетиці			Знання сучасного стану фізики радіаційних пошкоджень та радіаційного матеріалознавства, методів розрахунку пошкоджень, залежності фізичних явищ, що викликають деградацію матеріалів від умов та виду опромінення. Вміння проводити оцінку радіаційного пошкодження матеріалів енергетичних пристроїв, орієнтуватися в порівняльному аналізі застосування матеріалів у різних умовах опромінення.	КСО-5, КСО-8, КЗН-5, КЗН-6, КЗН-7, КЗН-8, КІ-6 КІ-7 КЗП-4 КЗП-9
ППП.В.08	Нанофізика в нетрадиційній енергетиці	2	5	Основні завдання вивчення дисципліни: забезпечити формування у студентів розуміння особливостей квантового електронного транспорту та знання сучасної квантової теорії електронної структури речовини і магнетизму в низькорозмірних системах; розкрити фізичні основи сучасних та перспективних напрямків нанотехнологій, що використовують маніпуляцію спіном електрона. знати особливості магнетизму конденсованої речовини в нанорозмірних системах та системах зі зменшеною розмірністю, найважливіші експериментальні методи виготовлення та дослідження нанорозмірних систем, сучасні методи обчислювання електронної структури речовини і квантового спин-залежного транспорту.	КСО-5, КСО-8, КЗН-5, КЗН-6, КЗН-7, КЗН-8, КІ-6 КІ-7 КЗП-4 КЗП-9
	Перспективні конструкційні матеріали нетрадиційної			Розвиток фізичних уявлень щодо процесів, що впливають на поверхневий стан речовини. Ознайомитися з процесами взаємодії конструкційних матеріалів з навколишнім середовищем (процеси фізичної та хімічної сорбції,	КСО-5, КСО-8, КЗН-2, КЗН-3, КЗН-4, КІ-6



	енергетики та технології їх створення			розчинення газів в матеріалах та їх вплив на фізико-механічні властивості пристроїв нетрадиційної енергетики.	
ППП.В.09	Сучасні нафтогазові технології	2	3	знати сучасні технології пошуку й розвідки нафтогазових родовищ, методи збільшення продуктивності нафтових пластів, способи експлуатації нафтових, газових і газоконденсатних свердловин; вміти застосувати отримані знання для виконання типових технологічних розрахунків процесів буріння та збільшення нафтовіддачі пластів	КСО-5, КСО-8, КЗН-5, КЗН-6, КЗН-7, КЗН-8, КІ-6 КЗП-9
	Структурно-фазові стани пристроїв нетрадиційної енергетики			формування фахових компетентностей в сфері ефективного використання теплової енергії у тепломасообмінних технологічних процесах необхідних для подальшого формування наукового світогляду сучасного фахівця у нових галузях фізики та енергетики. отримання знань про запропоновану нову концепцію сучасного підходу до ефективного використання природних та енергетичних ресурсів з інтенсифікації процесів тепломасообміну під час видалення вологи із реологічних матеріалів, які є екологічними, ресурсо- та енергозберігаючими технологіями у теперішній час та й у майбутньому;	КСО-5, КСО-8, КЗН-2, КЗН-3, КЗН-4, КІ-6
ППП.В.10	Енергоефективні технології дегідратації та диспергування реологічних матеріалів	2	5	Знати: основні форми і особливості антропогенної дії на оточуюче природне середовище; найсучасніші екологічно чисті ресурсозберігаючі технології; понятійний та категорійний апарат щодо обґрунтування господарських рішень і оцінювання використання ресурсозберігаючих та екологічних технологій на підприємстві та у побуті; Вміти: застосувати фундаментальні екологічні знання для оцінки еколого- економічних проблем регіону, країни; створювати бази для реалізації економічних заходів управління енергозбереженням у вигляді системи, яка містить показники питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів для основних енергосмних видів продукції та технологічних процесів в усіх галузях народного господарства; розробляти рекомендації по економічно обґрунтованому і екологічно безпечному застосуванню енергозберігаючих та екологічних технологій;	КСО-5, КСО-8, КЗН-2, КЗН-3, КЗН-4, КІ-6
	Сонячна енергетика			Знання фізичних, електродинамічних та термодинамічних характеристик сонячної енергії, сучасних технологій одержання, перетворення, зберігання та транспортування сонячної енергії, принципів роботи напівпровідникового сонячного елемента,	КСО-5, КСО-8, КЗН-5, КЗН-6, КЗН-7, КЗН-8, КІ-6 КІ-7 КЗП-9

				новітніх технологій в сонячній енергетиці. Вмітня застосовувати отримані знання з погляду термодинамічної та електродинамічної ефективності перетворення енергії та вирішення енерго-екологічних проблем.	
ППП.В.11	Сучасні проблеми гідродинамічної стійкості стратифікованих середовищ	2	7	Знати: • основні гідродинамічні закони, фізичні величини і одиниці їх вимірювання, а також розуміти зв'язок між фізичними і фізіологічними параметрами гемодинаміки; Вміти: вимірювати і обчислювати гідродинамічні фізичні величини модельної гемодинаміки, а також користуватись приладами для вимірювання тиску крові	КСО-5, КСО-8, КЗН-5, КЗН-6, КЗН-7, КЗН-8, КІ-6 КІ-7 КЗП-9
	Радіоекологія енергетичних систем			Знати: основи реакторної фізики, основні властивості реакторної плазми, стан сучасних досліджень, основні напрямки подальшого розвитку, альтернативні концепції в реалізації керованого ядерного синтезу. Вміти: застосовувати методи сучасної фізики для аналізу процесів, що відбуваються в термоядерному реакторі	КСО-5, КСО-8, КЗН-2, КЗН-3, КЗН-4, КІ-6
<b>Всього за вибірковою частиною</b>		<b>57</b>			

### **Система атестації здобувачів вищої освіти.**

Атестація здійснюється відкрито і гласно. Здобувачі вищої освіти та інші особи, присутні на атестації можуть вільно здійснювати аудіо- та/або відеофіксацію процесу атестації.

Атестація осіб, які здобувають ступінь бакалавра, здійснюється екзаменаційною комісією, до складу якої можуть включатися представники роботодавців та їх об'єднань, відповідно до положення про екзаменаційну комісію, затвердженого вченою радою вищого навчального закладу.

Атестація осіб, які здобувають ступені бакалавра, здійснюється шляхом захисту дипломної роботи.

Вищий навчальний заклад на підставі рішення екзаменаційної комісії присуджує особі, яка успішно виконала освітню програму на певному рівні вищої освіти, відповідний ступінь вищої освіти та присвоює відповідну кваліфікацію.