

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Волинський національний університет імені Лесі Українки

Навчально-науковий фізико-технологічний інститут

**Кафедра експериментальної фізики, інформаційних та
освітніх технологій**

СИЛАБУС
вибіркового освітнього компонента

ЯДЕРНА ЕНЕРГЕТИКА

підготовки бакалавра

Силабус освітнього компонента «ЯДЕРНА ЕНЕРГЕТИКА» підготовки бакалавра.

Розробник: Мирончук Г.Л., директор навчально-наукового фізико-технологічного інституту, доктор фіз.-мат. наук, проф.

Погоджено


Гарант освітньо-професійної програми:



Шаварова Г.П.

Силабус освітнього компонента затверджено на засіданні кафедри експериментальної фізики, інформаційних та освітніх технологій

протокол № 8 від 29 січня 2026 р.

Завідувач кафедри: 

(Галян В.В.)

I. Опис освітнього компонента

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній рівень	Характеристика освітнього компонента
Денна форма навчання	10 – Природничі науки 105 – Прикладна фізика та наноматеріали Прикладна фізика та наноматеріали Бакалавр	Вибірковий
Кількість годин / кредитів 150/5		Рік навчання 3
		Семестр 5-ий
		Лекції 10 год.
		Практичні (семінарські) 20 год. Лабораторні 0 год. Індивідуальні 0 год.
		Самостійна робота 110 год.
ІНДЗ: <u>немає</u>		Консультації 10 год.
	Форма контролю: залік	
Мова навчання	українська	

II. Інформація про викладача

Прізвище, ім'я та по батькові	Мирончук Галина Леонідівна
Науковий ступінь	доктор фізико-математичних наук
Вчене звання	професор
Посада	директор ННФТІ - професор
Контактна інформація	0996468617, myronchuk.halyna@vnu.edu.ua
Дні занять (посилання на електронний розклад)	http://94.130.69.82/cgi-bin/timetable.cgi?n=700

III. Опис освітнього компонента

1. Анотація курсу.

Освітній компонент присвячений вивченню принципів роботи та ролі ядерної генерації у сучасному світі. В умовах глобальних змін клімату та потреби у стабільних джерелах енергії, атомна енергетика залишається ключовим елементом енергетичної безпеки. Освітній компонент охоплює повний спектр питань: від фізичних основ поділу ядра до експлуатації АЕС та поводження з відпрацьованим паливом.

2. Мета і завдання освітнього компонента.

Метою викладання освітнього компонента «Ядерна енергетика» є формування у здобувачів вищої освіти системи фундаментальних знань про фізичні процеси, технічні рішення та принципи безпечної експлуатації атомних електричних станцій (АЕС). Метою курсу є підготовка фахівця, здатного розуміти роль ядерної енергетики у глобальному

енергобалансі та професійно оцінювати технологічні аспекти роботи ядерних енергетичних установок.

Основними завданнями є:

- Вивчення фізичних основ ядерного поділу, ланцюгових реакцій та кінетики реактора.
- Розуміння принципів перетворення ядерної енергії в електричну та теплову.
- Ознайомлення з конструктивними особливостями різних типів ядерних реакторів (ВВЕР, PWR, BWR, CANDU тощо).
- Вивчення структури та функціонування основного обладнання АЕС (парогенератори, турбіни, системи керування).
- Засвоєння принципів глибокоешелюваного захисту та культури ядерної безпеки.
- Вивчення методів поводження з радіоактивними відходами (РАВ) та відпрацьованим ядерним паливом.
- Аналіз впливу ядерної енергетики на навколишнє середовище та порівняння з іншими видами генерації.

3. Soft skills.

- Критичне мислення та аналіз ризиків
- Культура безпеки (Safety Culture)
- Комунікація складних ідей (Science Communication). Вміння пояснювати складні фізичні процеси та принципи безпеки людям, які не є фахівцями (громадськість, медіа, політики).
- Стресостійкість та прийняття рішень у кризових ситуаціях
- Командна робота та міждисциплінарна взаємодія
- Етична та соціальна відповідальність

4. Структура освітнього компонента.

Таблиця 1

Назви змістових модулів і тем	Усього	Лек.	Лабор.	Практ. (Семін.)	Сам. роб.	Конс.	Форма контролю/ Бали
Змістовий модуль 1. Методика розв'язування задач з фізики та астрономії							
Тема 1. Основні закони радіоактивного розпаду. Активність нуклідів. Огляд одиниць вимірювання: системні (Бекерель, Грей, Зіверт) та позасистемні (Кюрі, Рентген, Рад, Бер). Експозиційна, поглинута та еквівалентна дози. Потужність дози.	14	1		2	10	1	Р/10

<p>Тема 2. Класифікація ядерних реакцій (розсіювання, захоплення, поділ, синтез). Механізм поділу важких ядер. Крапельна модель ядра. Енергія активації поділу: бар'єр поділу для U-235, U-238, Pu-239. Енергетичний спектр нейтронів поділу.</p>	24	1		2	20	1	P/10
<p>Тема 3. Умова виникнення ланцюгової реакції. Коефіцієнт розмноження нейтронів. Формула чотирьох співмножників. Роль запізнілих нейтронів у керуванні реактором. Період реактора та реактивність.</p>	27	1		4	20	2	P/10
<p>Тема 4. Фізика некерованої ланцюгової реакції. Принцип дії атомної (імплзійний та гарматний тип) та термоядерної зброї. Критична маса для збройового урану та плутонію. Вражаючі фактори ядерного вибуху: ударна хвиля, світлове випромінювання, проникна радіація, електромагнітний імпульс (ЕМІ), радіоактивне зараження.</p>	28	2		4	20	2	P/10
<p>Тема 5. Класифікація реакторів за спектром</p>	28	2		4	20	2	P/10

нейтронів та теплоносієм. Детальна будова реактора ВВЕР (ВВЕР-1000/VVER-440): корпус, шахта, активна зона, головний циркуляційний контур. Тепловиділяючі збірки (ТВЗ). Системи безпеки ВВЕР.							
Тема 6. Поняття ядерного паливного циклу (ЯПЦ). Класифікація радіоактивних відходів (РАВ): низько-, середньо- та високоактивні. Відпрацьоване ядерне паливо (ВЯП): склад, залишкове енерговиділення, методи зберігання ("мокрі" та "сухі" сховища). Трансмутація відходів.	15	2	2	10	1	P/10	
Тема 7. Термоядерний синтез та реактори майбутнього	14	1	2	10	1	P/10	
Разом за модулем 1		10		20	110	10	70
Види підсумкових робіт							Бал
Контрольна робота							30
Всього годин / Балів	150	10		20	110	10	100

5. Завдання для самостійного опрацювання.

Самостійна робота студента над засвоєнням матеріалу з освітньої компоненти передбачає: опрацювання лекційного матеріалу, опрацювання рекомендованої літератури, підготовку до практичних робіт, виконання домашніх завдань, підготовку до контрольної роботи.

Будова атомного ядра. Дефект маси та енергія зв'язку.

Закон радіоактивного розпаду. Активність нуклідів.

Види іонізуючого випромінювання та їх взаємодія з речовиною.

Норми радіаційної безпеки та біологічний захист.

Класифікація ядерних реакцій (розсіювання, радіаційне захоплення, фотоядерні реакції).

Ефективний переріз ядерної реакції (мікроскопічний та макроскопічний).

Умови виникнення самопідтримуваної ланцюгової реакції.

Фізика реакцій синтезу легких ядер (D-D, D-T).

Кулонівський бар'єр та умови його подолання (критерій Лоусона).

Четвертий стан речовини — плазма. Проблеми утримання плазми.

Фізика некерованої ланцюгової реакції. Поняття критичної маси.

Класифікація реакторів (за спектром нейтронів, теплоносієм, сповільнювачем).

Принципова теплова схема АЕС з реактором ВВЕР (двоконтурна).

Поняття ядерного паливного циклу (ЯПЦ): відкритий та замкнутий цикли.

Зберігання відпрацьованого ядерного палива (ВЯП): басейни витримки та сухі сховища (СВЯП).

IV. Політика оцінювання

Політика оцінювання результатів навчання здобувачів освіти регламентується положенням про поточне та підсумкове оцінювання знань здобувачів вищої освіти Волинського національного університету імені Лесі Українки від 26 червня 2025 року (<https://ed.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2025/06/2025.-Про-поточне-і-підсумк.оцінювання.pdf>).

Відвідування лекцій студентом не оцінюється. Однак, для засвоєння студентам рекомендується відвідувати лекційні заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для розв'язування задач на практичних заняттях, виконання домашніх завдань та завдань, що пропонуються на контрольних заходах. Відвідування практичних занять є обов'язковим.

Поточна оцінка формується з:

- 1) оцінювання виконання завдань на практичних заняттях: 10 балів;
- 2) оцінки за контрольну роботу (на контрольній пропонується п'ять завдання типових до тих, що виконувались на практичних заняттях, кожне завдання оцінюється у 6 балів).

Завдання практичного заняття вважаються виконаними вчасно, якщо здобувач освіти надав викладачу звіт з їх виконання не пізніше наступної практичної роботи.

У випадку пропуску практичних занять (з поважних причин) здобувач освіти має право відпрацювати пропущені заняття на консультаціях та добрати ту кількість балів, яку було визначено на пропущені теми.

Згідно Порядку визнання результатів навчання, отриманих у формальній, неформальній та/або інформальній освіті у Волинському національному університеті імені Лесі Українки (https://ed.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2024/09/2024_Viznannya_rezultativ_VNU_im_L.U._red.pdf) студентів можуть бути зарахованими результати навчання, які отримані у формальній, неформальній та/або інформальній освіті.

Викладач та всі здобувачі, що вивчають цей курс, зобов'язуються дотримуватись положень Кодексу академічної доброчесності Волинського національного університету імені Лесі Українки (<http://ra.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2023/06/Kodeks-akademichnoyi-dobrochesnosti.pdf>), і розуміють, що за його порушення несуть особисту відповідальність.

V. Підсумковий контроль

Формою підсумкового семестрового контролю є залік. Оцінювання здійснюється за накопичувальною шкалою.

Залік виставляється за результатами поточної роботи за умови, що здобувач освіти виконав ті види навчальної роботи, які визначено силабусом. У дату складання заліку

записується у відомість сума поточних балів, які здобувач освіти набрав під час поточної роботи.

У випадку, якщо здобувач освіти протягом поточної роботи набрав менше як 60 балів, він складає залік під час ліквідації академічної заборгованості. У цьому випадку бали, набрані під час поточного оцінювання анулюються. Максимальна кількість балів на залік під час ліквідації академічної заборгованості 100 балів.

У день складання заліку за основною сесією заборонено проводити додаткові опитування здобувача освіти, а також здобувач освіти не має права доздавати будь-який вид робіт, передбачений силабусом освітнього компоненту.

Перелік питань на залік

1. Сформулюйте закон радіоактивного розпаду та поясніть фізичний зміст періоду напіврозпаду
2. Порівняйте одиниці вимірювання радіоактивності Бекерель та Кюрі а також дозиметричні одиниці Грей та Зіверт
3. Опишіть механізми взаємодії альфа бета та гамма випромінювання з речовиною та принципи захисту від кожного типу
4. Поясніть сутність крапельної моделі ядра та поняття енергетичного бар'єра поділу для ізотопів урану
5. Проаналізуйте розподіл енергії поділу між уламками нейтронами та гамма квантами
6. Визначте умови виникнення самопідтримуваної ланцюгової реакції та фізичну сутність критичної маси
7. Розкрийте фізичний зміст чотирьох співмножників формули коефіцієнта розмноження нейтронів у нескінченному середовищі
8. Поясніть роль запізнілих нейтронів у забезпеченні стійкості та керованості ядерного реактора
9. Опишіть явище йодної ями або ксенонового отруєння реактора та його вплив на експлуатацію
10. Порівняйте принципи магнітного утримання плазми у термоядерних реакторах типів Токамак та Стелларатор
11. Сформулюйте критерій Лоусона та умови необхідні для запалювання реакції керованого термоядерного синтезу
12. Поясніть конструктивні відмінності між гарматною та імплзійною схемами будови ядерних боєприпасів
13. Перелічіть основні вражаючі фактори ядерного вибуху та опишіть механізми їхньої дії на об'єкти
14. Опишіть класифікацію енергетичних ядерних реакторів за спектром нейтронів та типом теплоносія
15. Охарактеризуйте будову першого контуру реактора ВВЕР та призначення компенсатора тиску і головного циркуляційного насоса
16. Опишіть конструкцію тепловиділяючої збірки та вимоги до матеріалів оболонки твелів
17. Поясніть принцип дії пасивної системи аварійного охолодження зони та умови спрацювання гідроємностей
18. Порівняйте етапи відкритого та замкнутого ядерних паливних циклів
19. Опишіть методи тимчасового зберігання відпрацьованого палива та стратегії поводження з радіоактивними відходами
20. Поясніть фізичний зміст борного регулювання реактивності та зміну концентрації поглиначів протягом паливної кампанії

Шкала оцінювання знань здобувачів освіти

Оцінка в балах	Лінгвістична оцінка
90–100	Зараховано
82–89	
75–81	
67–74	
60–66	
0–59	Незараховано (необхідне перескладання)

VI. Рекомендована література

1. Білинський І. Теорія ядра та процеси в ньому. Фізика атомного ядра : навчальний посібник. Дрогобич : Видавничий відділ ДДПУ ім. І. Франка, 2021. 75 с.

2. Булавін Л. А., Тартаковський В. К. Ядерна фізика. Підручник, 2-е видання, перероблене і доповнене. К : Знання, 2005. 439 с.

3. Давидюк Г. Є., Мирончук Г. Л. Радіація і людина : навч. посіб. Луцьк : Вежа-Друк, 2018. 309 с.

4. Каденко І. М., Плюйко В.А. Фізика атомного ядра та частинок : підручник. 2-ге вид., переробл. і доповн. Електронна версія. К. : 2019. 467 с..

5. Мирончук Г. Л., Коровицький А. М., Пясецький М. Фізика ядра і елементарних частинок = Nuclear Physics And Elementary Particles : методичні рекомендації до лабораторних робіт. Луцьк : Вежа-Друк, 2017. 75 с.

6. Мирончук Г. Л., Кевшин А.Г. Фізика ядра і елементарних частинок. Електронний освітній ресурс. Рекомендовано науково-методичною радою університету до використання у навчальному процесі. Протокол No 2 від 19.10.2022 (URL: <https://moodle.vnu.edu.ua/course/view.php?id=1049>).

7. Мирончук Г.Л., Кевшин А. Г. Фізика ядра і елементарних частинок : методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт. 43 с. Рекомендовано НМР ВНУ ім. Лесі Українки (протокол No 1 від 21.09.2022 р.) (URL: <https://evnuir.vnu.edu.ua/handle/123456789/21011>).

8. Мирончук Г.Л., Кевшин А. Г., Галян В.В. Фізика ядра і елементарних частинок : задачі. 28 с. Рекомендовано НМР ВНУ ім. Лесі Українки (протокол No 1 від 21.09.2022 р.) (URL: <https://evnuir.vnu.edu.ua/handle/123456789/21009>).

10. Савчук А. Й., Юрійчук І. М. Фізика ядра і елементарних частинок: Задачі та методика їх розв'язування. Чернівці : Рута, 2007. 88 с.

11.

<https://www.energoatom.com.ua/uploads/2019/%D1%87%D0%B0%D0%B9%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B8.pdf>

12. <https://home.cern/>