

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА**



**Co-funded by
the European Union**



**Фізико-технічний факультет
Кафедра матеріалознавства і новітніх технологій**

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОГО КУРСУ

Радіаційна безпека: європейсько-український підхід

ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Опис курсу
3. Структура курсу
4. Система оцінювання курсу
5. Оцінювання відповідно до графіку навчального процесу
6. Ресурсне забезпечення
7. Контактна інформація
8. Політика курсу

1. Загальна інформація

Назва курсу	Радіаційна безпека: європейсько-український підхід
Освітня програма	ОП «Фізика і астрономія», «Прикладна фізика та наноматеріали», «Інженерне матеріалознавство» (Фізико-технічний факультет, ПНУ), ОП «Право», «Міжнародне право» (Юридичний інститут, ПНУ), ОП «Медицина», «Фармація» (ІФНМУ)
Спеціалізація (за наявності)	–
Спеціальність	«Фізика і астрономія», «Прикладна фізика та наноматеріали», «Матеріалознавство», «Право», «Медицина», «Фармація, промислова фармація»
Галузь знань	10 Природничі науки 13 Механічна інженерія 08 Право 22 Охорона здоров'я
Освітній рівень	бакалавр, магістр
Статус курсу	вибірковий
Курс / семестр	довільний розподіл
Розподіл за видами занять та годинами навчання (якщо передбачені інші види, додати)	Лекції – 30 год. Практичні заняття – 24 год.
Мова викладання	українська
Посилання на сайт дистанційного навчання	https://d-learn.pnu.edu.ua/developer/course/subscribes/7048

2. Опис курсу

Мета та цілі курсу
Мета навчального модуля – формування серед студентів, аспірантів, викладачів, а опосередковано – серед громадянсько-активної частини суспільства позитивного, науково-обґрунтованого, базованого на актуальних сьогодні європейських позиціях ставлення до атомної енергетики за умови поширення знань та досвіду в галузі радіаційної безпеки.
Компетентності
Інструментальні компетентності: здатність до аналізу і синтезу; здатність до організації діяльності та планування часу; базові загальні знання; здатність застосовувати знання на практиці; навички управління інформацією (уміння знаходити та аналізувати інформацію з різних джерел); розв'язання проблем.

• **Міжособистісні компетентності:** здатність до критики та самокритики; взаємодія (робота в команді); міжособистісні навички та вміння; здатність працювати в міждисциплінарній команді; здатність спілкуватися з експертами з інших галузей; здатність працювати в міжнародному середовищі; етичні зобов'язання.

• **Системні компетентності:** дослідницькі навички і уміння; здатність до навчання; здатність породжувати нові ідеї (креативність); лідерські якості; здатність працювати самостійно; планування і управління проєктами; турбота про навколишнє середовище.

Програмні результати навчання

Очікуваним результатом мультидисциплінарного характеру (фізика/інженерія-біологія/медицина-право/механізми суспільного регулювання) планових освітніх заходів серед студентів та навчальних закладів України (ПНУ, ІФНМУ) та Польщі (AGH UST) стане формування серед суспільноактивної категорії населення компетентностей, принципово необхідних з точки зору адаптації до суспільної свідомості ідей Єврокомісії про необхідність контрольованого використання атомної енергетики за умови усвідомлення та науково-обґрунтованого контролю всіх факторів ризику та дотримання всіх передбачених європейським законодавством та нормативними актами заходів радіаційної безпеки.

Широта очікуваної цільової аудиторії проєкту забезпечить виконання модулем не тільки освітньої функції, але і дозволить в середньостроковій перспективі сприяти політиці Єврокомісії в галузі підтримки ідеї «розумного та контрольованого використання атомної енергетики».

- ✓ Розширення можливостей працевлаштування та покращення кар'єрних перспектив випускників шляхом посилення європейського виміру в освітніх програмах; підвищення обізнаності з нормативно-правовою базою Європейського Союзу в критичнонеобхідній області енергетичної безпеки, усвідомлення необхідності реформ в галузі з можливістю взяти в них активну участь, формування проєвропейської громадянської позиції.
- ✓ Розширення професійних компетентностей, можливість брати участь у цікавій області на перетині інтересів природничих та суспільних наук за умови поширення загальносвітових та загальноєвропейських цінностей, критично необхідних для входження України в Євросоюз. Робота в рамках підготовки курсу очікувано стане підґрунтям розвитку науково-методичної співпраці як між університетами в межах України, так і в межах країн Східної Європи.
- ✓ Підвищення обізнаності про ядерну енергетику як необхідний засіб досягнення енергетичної безпеки за умови наявності факторів контрольованого ризику, мінімізація якого передбачає дотримання норм радіаційної безпеки при впровадженні регулювальних норм та політичних принципів ЄС.

3. Структура курсу

№	Тема	Результати навчання	Завдання
1.	Фізична природа та джерела іонізуючого випромінювання. Склад атомного ядра. Характеристики ядер. Ізотопи та ізобари. Радіоактивність, радіоактивне випромінювання. Закон радіоактивного розпаду. Основні закономірності альфа- та бета-розпадів, гамма-випромінювання ядер. Фізичні основи взаємодії іонізуючого випромінювання з речовиною: передача енергії, іонізація. Лінійна передача енергії, Взаємодія альфа-часток із речовиною. Взаємодія бета-часток із речовиною. Проходження гамма-квантів через речовину. Взаємодія нейтронів із речовиною. Принципи реєстрації заряджених частинок та гамма-квантів.	Підвищення обізнаності про ядерну енергетику як необхідний засіб досягнення енергетичної безпеки за умови наявності факторів контрольованого ризику, мінімізація якого передбачає дотримання норм радіаційної безпеки при впровадженні регулювальних норм та політичних принципів ЄС.	• Завдання для індивідуальної роботи • Завдання для практичних занять • Завдання для самостійної роботи • Контрольні запитання
2	Техногенні радіоактивні джерела. Бета-, альфа-, гамма- та рентгенівські джерела; ізотопні нейтронні джерела; закриті джерела; відкриті джерела та генератори ізотопів; загальні засади безпеки джерел випромінювання; виробництво радіоізотопів. Ядерна зброя. Фактори ураження. Радіоактивні опади. Ядерні реактори: огляд реакцій ядерного поділу та термоядерного синтезу; уповільнення нейтронів; нейтрони, коефіцієнт розмноження, критичність; основні елементи ядерного реактора; типи реакторів; дослідні реактори; установки ядерного паливного циклу. Джерела випромінювання в активній зоні реактора та в технологічному контурі. Викиди АЕС в атмосферу. Матеріали для захисту від нейтронного випромінювання. Генератори	Підвищення обізнаності про ядерну енергетику як необхідний засіб досягнення енергетичної безпеки за умови наявності факторів контрольованого ризику, мінімізація якого передбачає дотримання норм радіаційної безпеки при впровадженні регулювальних норм та політичних принципів ЄС.	• Завдання для індивідуальної роботи • Завдання для практичних занять • Завдання для самостійної роботи • Контрольні запитання

	випромінювань. Генерація заряджених частинок: лінійні прискорювачі; бетатрони; циклотрони. Генерація рентгенівського випромінювання: низькоенергетичні рентгенівські установки; лінійні прискорювачі; інші установки; принципи та спектри; фільтрація та якість пучка. Генерація нейтронів: (d, n) та (p, n) реакції; генерація нейтронів для нейтронної терапії. Застосування іонізуючого випромінювання в медицині, промисловості та сільському господарстві.		
3	Основи радіаційної безпеки космічних польотів. Радіаційні умови в космічному просторі. Галактичні та сонячні космічні промені. Радіаційні пояси Землі. Особливості радіаційного захисту в космосі. Стандарти радіаційної безпеки космічних польотів. Забезпечення радіаційної безпеки в авіації та космічних польотах. Детектування радіоактивного випромінювання. Активність та одиниці її вимірювання. Питома, питома об'ємна та питома поверхнева активність. Базові, нормовані та операційні величини в радіаційній безпеці. Експозиційна, поглинена, еквівалентна та ефективна дози опромінення. Потужність дози. Індивідуальна та колективна дози опромінення, очікувані дози опромінення. Дозиметричні величини опромінення (потужність); керма (потужність); передана енергія; поглинена доза (потужність); лінійна передача енергії (ЛПЕ); лінійна енергія; доза на орган. Величини радіаційного захисту. Еквівалентна доза (потужність); ваговий множник випромінювання (w_R); ефективна доза, тканинний ваговий множник (w_T); операційні величини:	Підвищення обізнаності про ядерну енергетику як необхідний засіб досягнення енергетичної безпеки за умов наявності факторів контрольованого ризику, мінімізація якого передбачає дотримання норм радіаційної безпеки при впровадженні регулювальних норм та політичних принципів ЄС.	• Завдання для індивідуальної роботи • Завдання для практичних занять • Завдання для самостійної роботи • Контрольні запитання

	еквівалент амбієнтної дози; еквівалент спрямованої дози; еквівалент індивідуальної дози; очікувана доза. Прилади радіометричного та дозиметричного контролю. Газонаповнені детектори. Іонізаційні камери з вимірами струму; інтегруючі камери; іонізаційна камера високого тиску; екстраполяційні камери; пропорційні камери; лічильники Гейгера-Мюллера. Сцинтиляційні детектори Тверді та рідкі сцинтилятори; гасіння. Напівпровідникові детектори. Фотографічні емульсії. Термолюмінесцентні детектори. Ядерні трекові детектори. Нейтронні детектори. Детектори, що використовують (n, γ) або (n, p) реакції, активацію. Детектори з отриманням зображення. Рівень природного радіаційного фону. Проблема радону. Техногенно змінений радіаційний фон.		
4	Основи радіаційної біохімії. Руйнування хімічних зв'язків у вигляді іонізації збудженням; прямий та опосередкований вплив випромінювання: утворення вільних радикалів, взаємодія з ДНК; взаємодія з білками та ліпідами Вплив випромінювання на клітини, хромосоми, ДНК. Точкові мутації, хромосомні розриви, мітоз; мітіотична дисфункція, загибель клітин; наслідки загибелі клітин; наслідки пошкодження клітин; репарація ДНК; чутливість клітин. Радіосенсибілізатори та захисні фактори. Хромосомні аберації як біологічний індикатор дозування. Ефекти загального опромінення тіла. Загальна крива доза-реакція; поріг; тяжкість; гострий променевий синдром. Кровотворна система; шлунково-кишковий	Розширення професійних компетентностей, можливість приймати участь у цікавій області на перетині інтересів природничих та суспільних наук за умови поширення загальносвітових та загальноєвропейських цінностей, критично необхідних для входження України в Євросоюз. Робота в рамках підготовки курсу очікувано стане підґрунтям розвитку науково-методичної співпраці як між університетами в межах України, так і в межах країн Східної Європи.	• Завдання для індивідуальної роботи • Завдання для практичних занять • Завдання для самостійної роботи • Контрольні запитання

	тракт; центральна нервова система. Ефекти часткового опромінення тіла. Шкіра; щитовидна залоза, легені, кришталик ока; гонади. Порогові дози; ефект фракціонування та потужності дози.		
5	Елементарна генетика; природні мутації; утворення гамет та пошкодження хромосом (приклади); генні мутації; джерела даних: людина та тварини; концепція подвійної дози. Науковий комітет ООН з дії атомної радіації (НКДАР) та підхід Міжнародної комісії з радіаційного захисту (МКРЗ); допуски МКРЗ щодо ризику: вплив на наступні покоління. Радіаційні ефекти. Чутливість на різних стадіях розвитку; розвиток головного мозку та затримка розвитку; індукція лейкемії та ракових захворювань. Епідеміологічні дослідження. Статистичні вимоги, сучасні види досліджень; коефіцієнти асоціації та змішування, потужність та точність; перспективи та підводні камені. Радіаційні збитки. Необхідність сукупної міри збитків; ефективна доза; межі дози; концепція колективної дози; підхід, прийнятий МКРЗ; порівняння ризиків від різних видів діяльності.	Розширення професійних компетентностей, можливість приймати участь у цікавій області на перетині інтересів природничих та суспільних наук за умови поширення загальносвітових та загальноєвропейських цінностей, критично необхідних для входження України в Євросоюз. Робота в рамках підготовки курсу очікувано стане підґрунтям розвитку науково-методичної співпраця як між університетами в межах України, так і в межах країн Східної Європи.	• Завдання для індивідуальної роботи • Завдання для практичних занять • Завдання для самостійної роботи • Контрольні запитання
6	Нормативно-правове регулювання відносин у сфері ядерної та радіаційної безпеки в Україні та ЄС: порівняльний аналіз. Національне законодавство України (Закони України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку», «Про дозвільну діяльність у сфері використання ядерної енергії», «Про фізичний захист ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших	Розширення можливостей працевлаштування та покращення кар'єрних перспектив випускників шляхом посилення європейського виміру в освітніх програмах; підвищення обізнаності з нормативно-правовою базою Європейського Союзу в критично необхідний	• Завдання для індивідуальної роботи • Завдання для практичних занять • Завдання для самостійної роботи • Контрольні запитання

	джерел іонізуючого випромінювання», «Про поведінку з радіоактивними відходами» та ін.). Вимоги безпеки та нормативна база ЄС. Регулюючі органи ЄС. Процес гармонізації законодавства України та ЄС у сфері регулювання питань використання ядерної енергії та радіаційної безпеки.	області енергетичної безпеки, усвідомлення необхідності реформ в галузі з можливістю взяти в них активну участь, формування проєвропейської громадянської позиції.	
7	Засоби державного регулювання безпеки використання ядерної енергії: реєстрація, нормування, сертифікація, ліцензування, контроль за джерелами випромінювання, включаючи критерії зберігання та захоронення відходів; вилучення; звільнення від контролю. Ліцензування використання ядерної енергії: обов'язки ліцензіатів, зареєстрованих осіб та наймачів; відносини між регулюючим органом та регульованими установами; національна інвентаризація джерел випромінювання; імпорт, експорт, транспортування. Оцінка безпеки; дотримання вимог безпеки; застосування санкцій. Вимоги щодо підготовки кадрів. Ліцензування діяльності персоналу та посадових осіб експлуатуючої організації. Правовий механізм попередження та недопущення надзвичайних ситуацій на об'єктах використання ядерної енергії. Правовий механізм відшкодування ядерної шкоди. Поширення інформації щодо захисту та безпеки ядерних установок.	Розширення можливостей працевлаштування та покращення кар'єрних перспектив випускників шляхом посилення європейського виміру в освітніх програмах; підвищення обізнаності з нормативно-правовою базою Європейського Союзу в критично необхідній області енергетичної безпеки, усвідомлення необхідності реформ в галузі з можливістю взяти в них активну участь, формування проєвропейської громадянської позиції.	• Завдання для індивідуальної роботи • Завдання для практичних занять • Завдання для самостійної роботи • Контрольні запитання

4. Система оцінювання курсу

Накопичування балів під час вивчення курсу	
Види навчальної роботи	Максимальна кількість балів
Лекція	достатній/недостатній
Практичні заняття	достатній/недостатній
Лабораторні заняття	
Самостійна робота	достатній/недостатній
Індивідуальне завдання	достатній/недостатній
Іспит	
Максимальна кількість балів	достатній/недостатній

Критерії оцінювання за 100-бальною шкалою:

- *50-100 балів* – Студент вільно володіє навчальним матеріалом; висловлює свої думки; творчо виконує індивідуальні та колективні завдання; самостійно знаходить додаткову інформацію та використовує її для реалізації поставлених перед ним завдань; вільно використовує нові інформаційні технології для поповнення власних знань; може аргументовано обрати раціональний спосіб виконання завдання і оцінити результати власної практичної діяльності; виконує завдання, непередбачені навчальною програмою; вільно використовує знання для розв'язання поставлених перед ним завдань; комунікативні уміння та навички у студента сформовані на високому рівні.
- *0-50 балів* – У студента не сформовані комунікативні уміння та навички; студент допускає велику кількість граматичних помилок, що ускладнює розуміння; не володіє навчальним матеріалом; виконує лише елементарні завдання, потребує постійної допомоги викладача.

6. Ресурсне забезпечення

Матеріально-технічне забезпечення	Мультимедіа (відеофайли, електронні ресурси унаочнень)
Література:	
https://www.nuclear-power.com/nuclear-engineering/radiation-protection/ https://huri.harvard.edu/news/mapa-advances-research-chornobyl-chernobyl-nuclear-disaster https://www.world-nuclear.org/sustainable-development-goals-and-nuclear.aspx https://uen.pressbooks.pub/introductorychemistry/chapter/biological-effects-of-radiation/ https://www.env.go.jp/en/chemi/rhm/basic-info/index.html https://biology.univ.kiev.ua/images/stories/Kafedry/biofiziki/Library/Rad_Biophys_2012.pdf https://kegt.rshu.edu.ua/images/dustan/LK.pdf https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u172/Радіобіологія_2016.pdf http://repository.pdmu.edu.ua/bitstream/123456789/11686/3/Vasko_Mens_of_Protecting.pdf https://ep3.nuwm.edu.ua/18527/1/Радіоекологія.pdf https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4060780/ https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TCS-42_web.pdf https://www.unscear.org/unscear/en/publications/radiation-effects-and-sources.html https://www.icrp.org/page.asp?id=10 https://kosatka.media/en/category/blog/news/samye-masshtabnye-radiacionnye-avarii-mira	

7. Контактна інформація

Кафедра	https://kmint.pnu.edu.ua/
Викладач	Коцюбинський Володимир Олегович доктор фізико-математичних наук, професор Бойчук Володимира Михайлівна доктор фізико-математичних наук, професор Кобецька Надія Романівна доктор юридичних наук, професор Туровська Лілія Вадимівна кандидат хімічних наук, доцент Парашук Тарас Олексійович кандидат фізико-математичних наук
Контактна інформація викладача	volodymyr.kotsuybysky@pnu.edu.ua volodymyra.boichuk@pnu.edu.ua nadiia.kobetska@pnu.edu.ua lilia.turovska@pnu.edu.ua parashchuk@agh.edu.pl

8. Політика курсу

Академічна доброчесність	Дотримання академічної доброчесності засновується на ряді положень та принципів академічної доброчесності, щорегламентують діяльність здобувачів вищої освіти та викладачів університету: ➤ Кодекс честі Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, Наказ №530 від 27.09.2022 р. “Про введення в дію нової редакції Кодексу честі Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника” ➤ Положення про запобігання академічному плагіату та іншим порушенням академічної доброчесності у навчальній та науково дослідній роботі студентів Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника ➤ Положення про Комісію з питань етики та академічної доброчесності Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника ➤ Положення про запобігання академічному плагіату у Прикарпатському національному університеті імені Василя Стефаника . ➤ Склад комісії з питань етики та академічної доброчесності Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника . ➤ Лист МОН України “До питання уникнення проблем і помилок у практиках забезпечення академічної доброчесності”. Ознайомитися з даними положеннями та документами можна за посиланням: https://pnu.edu.ua/polozhennia-pro-zapobihannia-plahiatu/
Невідповідна поведінка під час заняття	Невідповідна поведінка під час заняття регламентується рядом положень про академічну доброчесність (див. вище) та може призвести до відрахування здобувача вищої освіти (студента) «за порушення навчальної дисципліни і правил внутрішнього розпорядку вищого закладу освіти», відповідно до п.14 «Відрахування студентів» «Положення про порядок переведення, відрахування та поновлення студентів вищих закладів освіти» - ознайомитися із положенням можна за посиланням: https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні документи/polozhenja/
Додаткові бали	Отримання додаткових балів за курсом можливе в разі виконання індивідуальних завдань, попередньо узгоджених з викладачем. Перелік індивідуальних завдань міститься у навчальній програмі до курсу. Також за рішенням кафедри студентам, які брали участь у науково-дослідній роботі (роботі конференцій, студентських наукових гуртків та проблемних груп, підготовці публікацій), а також були учасниками олімпіад, конкурсів, можуть присуджуватися додаткові бали відповідно до Порядку організації та проведення оцінювання успішності здобувачів вищої освіти Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника (наказом ректора Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника від 19 травня 2023 р. № 309) (https://nmv.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/118/2023/05/otzinnuvannja-uspishnosti.pdf) Ознайомитися з положенням можна за посиланням: https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні-документи/polozhenja/