

СИЛАБУС
навчальної дисципліни
«ФІЗИКА І ТЕХНІКА ВИСОКИХ ЕНЕРГІЙ»

Галузь знань	<i>10 – Природничі науки</i>
Спеціальність	<i>104 – Фізика та астрономія</i>
Освітня програма	<i>Фізика ядра, фізика елементарних частинок і високих енергій; ядерно-фізичні установки; радіаційна фізика конденсованого стану; фізика плазми і ядерного синтезу</i>
Освітній рівень	<i>доктор філософії</i>
Статус дисципліни	<i>Фаховий / Вибірковий</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Курс / семестр	<i>II курс, 1 (2) семестр</i>
Кількість кредитів ЄКТС	<i>4 кредити ЄКТС</i>
Розподіл за видами занять та годинами навчання	<i>Лекції – 32 год.</i>
	<i>Практичні (семінарські) – 16 год.</i>
	<i>Консультації – 4 год.</i>
	<i>Самостійна робота – 68 год.</i>
Форма підсумкового контролю	<i>Іспит</i>
Відділ	<i>Відділ фізики високих енергій, ІЯД НАН України, корп. 101, к.404 тел. +380-44-525-4756</i>
Викладач (-і)	<i>Пугач Валерій Михайлович, зав. відділу, член-кор. НАН України, професор, д.ф.-м.н.</i>
Контактна інформація викладача (-ів)	<i>pugatch@kinr.kiev.ua, Valery.Pugatch@cern.ch, Mobile: +380 96 447 5220</i>
Дні занять	<i>За розкладом</i>
Консультації	<i>Дистанційні, за домовленістю з ініціативи здобувача, групові</i>

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

Мета навчальної дисципліни - формування у аспірантів компетентностей у галузі фізики і техніки високих енергій.

Предмет навчальної дисципліни – фізика і техніка експериментів при високих енергіях.

Компетентності

Інтегральна компетентність (ІК): Здатність розв’язувати комплексні проблеми в галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності у сфері фізики, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики. Здатність продукувати нові ідеї, розв’язувати комплексні проблеми у галузі управління та адміністрування, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики, застосовувати новітні методології наукової та педагогічної діяльності, здійснювати власні наукові дослідження.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК01. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК03. Здатність розв'язувати комплексні наукові проблеми на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням професійної етики та академічної доброчесності.

Спеціальні (фахові) компетентності (СК):

СК01. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру в сфері фізики та/або астрономії, інтегрувати знання з різних галузей, оцінювати та

СК04. Здатність організовувати та здійснювати науково-педагогічну діяльність у сфері фізики та/або астрономії.

СК05. Здатність ініціювати, розробляти та реалізовувати науково-дослідницькі, розробницькі та інноваційні проєкти у сфері фізики та/або астрономії, планувати й організовувати

роботу науково-дослідницьких, розробницьких та інноваційних колективів.

СК06. Здатність застосовувати сучасні методи, методики, технології, інструменти та обладнання для проведення прикладних та фундаментальних наукових досліджень у галузі фізики та/або астрономії.

Програмні результати навчання

РН01. Мати сучасні концептуальні та методологічні знання з фізики та/або астрономії та дотичних до них міждисциплінарних напрямів, а також необхідні навички, достатні для проведення фундаментальних і прикладних наукових досліджень з метою отримання нових знань та/або здійснення розробок та інновацій.

РН02. Аналізувати та оцінювати стан і перспективи розвитку фізики та/або астрономії, а також дотичних міждисциплінарних напрямів.

РН06. Планувати і виконувати прикладні та/або фундаментальні дослідження фізики та/або астрономії та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних методів, методик, технологій, інструментів та обладнання, з дотриманням норм академічної етики, критично аналізувати результати наукових досліджень у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми; готувати проєктні пропозиції щодо фінансування наукових досліджень та/або розробницьких і інноваційних проєктів.

РН10. Мати навички захисту прав інтелектуальної власності.

РН11. Організовувати освітній процес і проводити педагогічну діяльність у сфері фізики та/або астрономії, забезпечувати відповідну наукову, навчально-методичну та нормативну документацію.

Після засвоєння матеріалу дисципліни аспірант повинен засвоїти базис знань з фізики високих енергій та на їх основі вміти:

- інтерпретувати властивості матерії на кварковому рівні та відповідні фізичні процеси в рамках Стандартної Моделі та квантової хромодинаміки;
- пояснити принципи прискорення частинок до високих енергій (TeV) та здійснення досліджень в колайдерному та режимі фіксованої мішені;
- розробляти дизайн детекторних комплексів для певних фізичних цілей;
- представити сучасні фізичні проблеми з ФВЕ та методи їх досліджень;
- відобразити фізичні процеси діаграмною технікою;
- реконструювати фізичні події з експериментальних даних;
- вимірювати поперечні перерізи ядерних процесів;
- визначити роздільні здатності по часу, простору, сорту частинок, інваріантній масі, імпульсу тощо;
- формулювати завдання по модернізації експериментальної методики;
- досліджувати характеристики детекторних елементів та систем зчитування з них даних;
- налагоджувати експериментальні методики;
- моделювати фізичні процеси та їх реєстрацію в умовах експерименту;
- обробляти експериментальні дані, використовуючи сучасну техніку аналізу даних ФВЕ;
- визначати основні характеристики типових експериментів;

- оцінити точність вимірюваних фізичних величин;
- моделювати фізичні події та їх реконструкцію з урахуванням характеристик експериментальної методики, тощо.
- використовувати мікроелектронну техніку для мільйон-канальних детекторних систем, а також системи накопичення та обробки експериментальних даних;
- застосовувати методи та прилади ФВЕ в інших галузях науки і техніки;
- самостійно працювати з навчальною, науковою та довідковою фаховою літературою українською та іноземними мовами.

Передумови для навчання

Перелік попередньо прослуханих дисциплін / Знання, вміння, навички, якими повинен володіти здобувач, щоб приступити до вивчення дисципліни

Для успішного засвоєння дисципліни аспірант повинен знати загальну фізику та математику, ядерну фізику, радіаційну фізику в обсязі стандартних університетських курсів, мати навички програмування. Компетентності, знання, уміння та досвід, одержані в процесі вивчення кредитного модуля «ФІЗИКА І ТЕХНІКА ВИСОКИХ ЕНЕРГІЙ», є необхідними для розуміння світових тенденцій вирішення сучасних проблем фізичних досліджень в галузі прискорювальної техніки. Детекторних систем, математичного апарату обробки багатовимірних даних, тощо.

Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розділено на 2 розділи:

Розділ 1. Основні фізичні поняття фізики високих енергій (ФВЕ)

(Кварк-глюонні ступені свободи в структурі матерії та взаємодіях. Адронна спектроскопія. Час життя важких адронів. СР – симетрія розпадів важких адронів.)

Розділ 2. Фізико-технічні принципи досліджень в ФВЕ.

(Рідкісні розпади та явища. Нова фізика. Кваркові процеси в ядерному середовищі. Фізика космічних променів високих енергій. Стан та перспективи основних сучасних та майбутніх експериментів ФВЕ. Застосування методів та обладнання ФВЕ в різних галузях науки та техніки.)

Матеріально-технічне (програмне) забезпечення дисципліни

Для виконання практичних завдань за темою курсу потрібен персональний комп'ютер.

Сторінка курсу на платформі Інституту (персональна навчальна система)

Рекомендовані джерела

Основні

1. Д. Перкінс, Введение в физику высоких энергий. Энергоатомиздат, 1994.
2. В.К. Тартаковський. Субатомна фізика. ВПЦ «Київський Університет», 2005.
3. Л.А. Булавін, В.К. Тартаковський. Ядерна фізика. ВПЦ «Київський Університет», 2002 (с.22-506, 106-110, 116-120).
4. Ф. Хелзен, А. Мартин. Кварки и лептоны. Москва. Изд-во МИР. 1987
5. M. Schmelling et al., *Quantum Chromodynamics*. (Oxford Univeristy Press, 2003)
6. Anisovich, A. V., Mesons and baryons: Systematization and methods of analysis. Hackensack World Scientific 2008, 580 p.

Додаткова інформація

7. Particle Data Group, Review of Particle Physics, 2008, Physics Letters B, 667(2008) 1-1340
8. Guy D. Coughlan , The ideas of particle physics: An introduction for scientists. Cambridge Univ. Pr. 2006, 254 p.
9. http://www1.jinr.ru/Pepan/Pepan_rus.html
10. WWW – сторінки провідних лабораторій та експериментів ФВЕ.

SLAC, Stanford, USA

<http://www.slac.stanford.edu/>

<http://www.slac.stanford.edu/BFROOT/>

HERA-B (DESY, Hamburg)

<http://www.desy.de/welcome.html>

ATLAS, CMS, ALICE, LHCb (CERN, Geneva)

<http://www.cern.ch/>

<http://lhcb.web.cern.ch/lhcb/>

FNAL, Fermi National Laboratory, USA

<http://www.fnal.gov/pub/education/index.html>

KEK, High Energy Accelerator Research Organization

<http://www.kek.jp/intra-e>

<http://belle.kek.jp/>

Michigan State University

<http://www.nscl.msu.edu/scientists/research>

RIKEN Nishina Center

<http://www.nishina.riken.jp/RIBF/>

http://www.nishina.riken.jp/index_e.html

Oak Ridge National Laboratory

<http://neutrons.ornl.gov/>

Навчальний контент

Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Загальний методичний підхід до викладання навчальної дисципліни визначається як комунікативно-когнітивний та професійно орієнтований, згідно з яким у центрі освітнього процесу знаходиться аспірант – суб'єкт навчання і майбутній науковець.

Лекційні заняття

Розділ 1. Основні фізичні поняття фізики високих енергій (ФВЕ)

Тема 1. Кварк-глюонні ступені свободи в структурі матерії та взаємодіях (4л+6ср год.)

Тема 2. Адронна спектроскопія. (4л+6ср год.)

Тема 3. Час життя важких адронів. (4л+6ср год.)

Тема 4. CP – симетрія розпадів важких адронів. (4л+6ср год.)

Розділ 2. Фізико-технічні принципи досліджень в ФВЕ

Тема 5. Рідкісні розпади та явища. Нова фізика. (4л+6ср год.)

Тема 6. Кваркові процеси в ядерному середовищі. (8л+12ср год.)

Тема 7. Фізика космічних променів високих енергій. (4л+6ср год.)

Тема 8. Стан та перспективи основних сучасних та майбутніх експериментів ФВЕ. (4л+6ср год.)

Тема 9 . Застосування методів та обладнання ФВЕ в різних галузях науки та техніки. (4+6ср год.)

Практичні (семінарські) заняття

Заняття 1.

Стандартна Модель - кваркові структури, Адрони. Закони збереження

Заняття 2. Розподіли по інв. Масі. Поперечному імпульсу. Збуджені стани адронів. Гілки розпаду

Заняття 3. Час життя – еволюція розпаду частинок та анти частинок. Осциляції. Час життя складних систем

Заняття 4. Симетрії і закони збереження. СРТ інваріантність. Баріогенезис і СР порушення. Методи досліджень СР симетрії.

Заняття 5. Визначення граничних поперечних перерізів. Сигнали Нової фізики. Монте карло оцінки

Самостійна робота аспіранта

Самостійна робота здобувача наукового ступеня доктора філософії є основним засобом засвоєння навчального матеріалу у вільний від навчальних занять час і включає:

Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
Опанування матеріалів лекцій та додаткових питань із застосуванням основної та додаткової літератури	32
Виконання експериментальних робіт	32
Підготовка до іспиту	4

Політика та контроль

Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед аспірантом:

– правила відвідування занять: заняття проводяться відповідно до розкладу згідно із правилами, встановленими [Положенням про організацію освітнього процесу в Інституті ядерних досліджень НАН України](#), присутність на заняттях є добровільною, примушування до будь-яких дій в навчальному процесі без особистої згоди аспіранта не допускається. Відповідно до робочої навчальної програми даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях згідно з [Уніфікованою системою оцінювання навчальних досягнень аспірантів](#).

– правила поведінки на заняттях: аспірант має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях, передбачені робочою навчальною програмою дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Інституту здійснюється за умови вказівки викладача;

– політика дедлайнів та перескладань: якщо аспірант не виконував модульні контрольні роботи (без поважної причини), то його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання передбачено за поважних причин;

– політика щодо академічної доброчесності: [Положення про академічну доброчесність працівників та здобувачів вищої освіти в Інституті ядерних досліджень НАН України](#) встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в Інституті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни;

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

Система оцінювання результатів навчання

Види контролю та система оцінювання результатів навчання

Поточний контроль: опитування за темою заняття, модульні контрольні роботи (МКР), Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: іспит (залік).

Умови допуску до семестрового контролю: відсутні.

Рейтинг аспіранта з дисципліни складається з балів, які він отримує:

- 1) на лекційних та практичних заняттях;
- 2) за модульні контрольні роботи (МКР);
- 3) за відповідь на іспиті.

Система рейтингових балів

1) Практичні та лекційні заняття. Ваговий коефіцієнт дорівнює 0,5 балів. Максимальна кількість балів, які може отримати аспірант на практичних заняттях становить $40 \times 0,5 = 20$ балів.

2) Модульна контрольна робота (МКР). Ваговий коефіцієнт дорівнює 20.

Максимальна кількість балів за контрольну роботу становить $2 \times 20 = 40$ балів.

Нарахування балів за контрольну роботу:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації) 18-20 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації або незначні неточності) 15-17 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації та деякі помилки) 11-14 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (менше 60 % потрібної інформації) 0.

3). Іспит. Критерії оцінювання. Завдання містить три основні питання, кожне з яких оцінюються у 12 балів та одне додаткове запитання, яке оцінюється 4 балами. Всього $3 \times 12 + 1 \times 4 = 40$ балів.

Нарахування балів за відповідь на іспиті:

- повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації) 36-40 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації) 30-35 балів;
- неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації) 24-29 балів;
- незадовільна відповідь (менше 60 % потрібної інформації) 0.

Накопичування рейтингових балів з навчальної дисципліни

Види навчальної роботи	Мах кількість балів
Навчальна активність на лекційних та практичних заняттях	20
Контрольна робота	40
Іспит	40
Максимальна кількість балів	100

Відповідність системи оцінювання ІЯД НАН України шкалі оцінювання ЄКТС та національній системі оцінювання			
Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену (іспиту), диференційованого заліку, курсового проекту (роботи), практики, тренінгу	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82 – 89	B	добре	
74 – 81	C		
64 – 73	D		
60 – 65	E	задовільно	
35 – 59	FX	достатньо	не зараховано
1 – 34	F	незадовільно	
Більш детальну інформацію щодо компетентностей, результатів навчання, методів навчання, форм оцінювання, самостійної роботи наведено у Робочій програмі навчальної дисципліни, див. сайт ІЯД НАН України.			

Силабус затверджено на засіданні вченої ради ІЯД НАН України.
« 8 » жовтня 2024 р. Протокол № 10.