

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЯДЕРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник директора з наукової роботи

_____ В. В. Давидовський

«_____» _____ 2024 р.

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛІНИ
ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ GEANT

Освітньо-кваліфікаційний рівень: *доктор філософії*

Галузь знань: *10 - Природничі науки*

Спеціальність : *104 – Фізика та астрономія*

Освітня програма: *Фізика ядра, фізика елементарних частинок і високих енергій; ядерно-фізичні установки; радіаційна фізика конденсованого стану; фізика плазми і ядерного синтезу.*

Статус курсу: *фаховий (вибірковий)*

Київ 2024

Використання системи GEANT: Навчально-методичний комплекс дисципліни. – Київ: ІЯД НАНУ, 2024 . - 23 с.

Укладач: Анохін І.Є., кандидат фізико-математичних наук, старший науковий співробітник

Ухвалено на засіданні Вченої ради Інституту ядерних досліджень НАН України

протокол № 10 від “ 8 ” жовтня 2024 р.

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЯДЕРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ
ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ GEANT

Освітньо-кваліфікаційний рівень: *доктор філософії*

Галузь знань: *10 - Природничі науки*

Спеціальність : *104 – Фізика та астрономія*

Освітня програма: *Фізика ядра, фізика елементарних частинок і високих енергій; ядерно-фізичні установки; радіаційна фізика конденсованого стану; фізика плазми і ядерного синтезу.*

Статус курсу: *фаховий (вибірковий)*

Київ 2024

I. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Програма з курсу «**Використання системи GEANT**» відповідає навчальному плану підготовки аспірантів за спеціальністю **104 – Фізика та астрономія** (галузь знань: **10 - Природничі науки**), що здобувають освітньо-кваліфікаційний рівень доктора філософії на відповідній освітній програмі ІЯД НАН України.

Комп'ютерне моделювання фізичних процесів в детекторі є невід'ємною частиною експериментальної фізики високих енергій як на етапі створення та оптимізації експериментальної установки, так і при аналізі отриманих даних. Крім того, останнім часом комп'ютерне моделювання ядерних процесів знаходить широке застосування в прикладних областях: радіаційної медицини, космонавтиці, мікроелектроніці і т.д. Однією з найбільш поширених програм, що застосовуються для моделювання, є розроблений в CERN пакет GEANT4, що дозволяє працювати з повним спектром відомих фізичних процесів, що протікають при проходженні елементарних частинок через речовину.

Курс «**Використання системи GEANT**» є необхідною складовою є складовою вибіркових навчальних дисциплін циклу професійної та практичної підготовки докторів філософії за спеціальністю **104 – Фізика та астрономія**, напрям підготовки: фізика ядра, фізика елементарних частинок і високих енергій; ядерно-фізичні установки; радіаційна фізика конденсованого стану; фізика плазми і ядерного синтезу.

Курс «**Використання системи GEANT**» викладається на 2 або 3 році навчання в осінньому або весняному семестрі та розрахований на 12 навчальних тижнів (по 2 ауд. год. щотижня; перший тиждень занять – лекційний). Вивчення курсу передбачає аудиторну (лекції – 16 год.; практичні заняття – 8 год.; консультація – 2 год.) і самостійну роботу (34 год.). Загальна кількість годин, відведених на опанування дисципліни – 60 (2 кредити ЄКТС).

Мета дисципліни – ознайомлення з методами моделювання фізичних установок за допомогою пакета GEANT4.

Завдання

- навчання студентів моделювання випадкових процесів методом Монте-Карло;
- ознайомлення з принципами роботи, способами використання і межами застосовності програмного пакета GEANT4;
- формування у студентів практичних навичок розробки комп'ютерних програм моделювання фізичних процесів в речовині з застосуванням програмного пакету GEANT4.

Структура курсу

У результаті вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен:

Знати:

- загальну схему методу Монте-Карло
- способи моделювання основних випадкових розподілів
- способи побудови геометричної моделі детектора в пакеті Geant4
- принципи складання наборів моделей фізичних процесів в пакеті Geant4
- межі застосовності основних моделей фізичних процесів в пакеті Geant4
- способи розвитку функціональності пакета Geant4.

Вміти:

- ефективно застосовувати вищевказані знання на практиці для створення програм моделювання і вирішення фундаментальних і прикладних наукових завдань в галузі сучасної експериментальної фізики елементарних частинок, радіаційному матеріалознавстві, ядерній медицині, тощо;
- володіти технікою моделювання фізичних процесів в речовині з застосуванням програмного пакету GEANT4;
- орієнтуватися у доборі спеціальної сучасної наукової літератури та самостійно працювати з нею.

Місце дисципліни (в структурно-логічній схемі підготовки фахівців відповідного напрямку). Вибіркова навчальна дисципліна «**Використання системи GEANT**» є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «доктор філософії». Система знань, отримана при вивченні даного курсу, є необхідною для вільного ознайомлення з науковою літературою та при виконанні відповідних кваліфікаційних робіт.

Зв'язок з іншими дисциплінами. При вивченні дисципліни «**Використання системи GEANT**» використовуються знання та вміння, набуті аспірантами під час вивчення курсів загальної фізики, електродинаміки, атомної фізики, статистичної фізики, квантової механіки, програмування мовою C++.

II. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛІНИ

№	Назва теми	Кількість годин				
		Всього	Лекцій	Практичних занять	Самостійна та індиві- дуальна робота	Консультації
	Розділ (змістовний модуль) 1.	-	-	-	-	-
	Тема 1. Цілі і способи моделювання фізичних процесів в детекторах.	4	2		2	
	Тема 2. Метод Монте-Карло	6	2		4	
	Тема 3. Структура програм в пакеті Geant4. Ієрархія класів.	3	1		2	
	Тема 4. Інтерфейс користувача.	4	1	1	2	
	Тема 5. Цикл моделювання події. Створення простої програми моделювання.	7	1	2	4	
	Тема 6. Побудова моделі детектора	6	1	1	4	
	Тема 7. Моделювання відгуку детектора	4	1	1	2	
	Тема 8. Візуалізація детектора і подій.	4	1	1	2	
	Тема 9. Моделювання фізичних процесів. Трекінг.	4	1	1	2	
	Тема 10. Збереження результатів моделювання.	4	1	1	2	
	Тема 11. Застосування пакета Geant4 в сучасних експериментах.	6	2		4	
	Тема 12. Розширення GEANT4-DNA – використання у ядерній медицині.	6	2		4	
	Іспит	-	-	-	-	2
	Всього	60	16	8	34	2

ЗМІСТ КУРСУ

Тема 1. Цілі і способи моделювання фізичних процесів в детекторах.

Опис дисципліни. Мета і завдання курсу. Цілі і задачі моделювання. Історія розвитку спеціалізованих програм. Порівняння існуючих програм (FLUKA, GEANT3, GEANT4, MCNP).

Тема 2. Метод Монте-Карло

Загальна схема методу Монте-Карло. Моделювання розподілів. Імітація випадкових процесів.

Тема 3. Структура програм в пакеті Geant4. Ієрархія класів.

Ядро Geant4. Ієрархія класів. Поняття сеанс, подія, трек

Тема 4. Інтерфейс користувача.

Робота в інтерактивному режимі. Пакетний режим. Створення нових команд. Дії, визначені користувачем.

Тема 5. Цикл моделювання події. Створення простої програми моделювання.

Цикл моделювання події. Обов'язкові блоки: модель детектора, генератор первинної вершини, набір моделей фізичних процесів. Створення простої програми моделювання

Тема 6. Побудова моделі детектора

Способи опису матеріалів. Опис об'єму: форма, логічний об'єм, фізичний об'єм. Параметризація фізичного об'єму. Системи координат. Вкладеність об'ємів.

Тема 7. Моделювання відгуку детектора

Поняття чутливого об'єму. Спрацьовування. Оцифрування сигналів.

Тема 8. Візуалізація детектора і подій.

Які елементи детектора можна візуалізувати. Графічні драйвери. Управління візуалізацією.

Тема 9. Моделювання фізичних процесів. Трекінг.

Завдання набору фізичних процесів, що враховуються в моделюванні. Стандартні набори. Опис нової частинки. Опис нового процесу. Пороги народження частинок. Обмеження, визначені користувачем. Як відбувається один крок в моделюванні.

Тема 10. Збереження результатів моделювання.

Способи використання можливостей пакету ROOT для збереження даних. Як управляти збереженням в «дерево» ROOT.

Тема 11. Застосування пакета Geant4 в сучасних експериментах.

Особливості моделювання складних установок.

Перспективи розвитку Geant4.

Тема 12. Розширення GEANT4-DNA – використання у ядерній медицині.

Особливості моделювання несприятливих ефектів іонізуючих випромінювань на клітинному та субклітинному масштабах у сучасних радіобіологічних дослідженнях. “Geant4-DNA” - як платформа для моделювання пошкодження ДНК, спричиненого іонізуючим випромінюванням, за допомогою сучасних обчислювальних засобів та технік.

Література

Основна

1. И.М. Соболев, Численные методы Монте-Карло, М., Наука, 1973
2. С.М. Ермаков, Метод Монте-Карло и смежные вопросы, М., Наука, 1975
3. Биндер К. Общие вопросы теории и техники статистического моделирования методом Монте-Карло: Методы Монте-Карло в статистической физике. — М.: Мир, 1982.- 400с.
4. Гулд, Х.. Компьютерное моделирование в физике: В 2-х частях. / Часть 1 — М.: Мир, 1990. — 349 с.
5. Гулд, Х. Компьютерное моделирование в физике: В 2-х частях. / Часть 2— М.: Мир, 1990— 400 с.
6. А.Н. Калиновский, Н.В. Мохов, Ю.П. Никитин. Прохождение частиц высоких энергий через вещество. — М.: Энергоиздат, 1985 — 248 с.
7. Аккерман, А.Ф. Моделирование траекторий заряженных частиц в веществе. — М. : Энергоиздат, 1991 — 200 с.
8. Е. Бюклинг, К. Каянти, Кинематика элементарных частиц, М., Мир, 1975
9. S. Agostinelli, J. Allison, A. Forti et al., GEANT4 – A simulation toolkit // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment.– 2003.– V. 506.– P. 250-303.
10. Allison J. et al., Geant4 Developments and Applications, // IEEE Trans. Nucl. Sci., - 2006 - vol. 53, no. 1, pp. 270-278.
11. Allison J. et al., Recent developments in Geant4 // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment.– 2016.– V. 835.– P. 186-225.
12. Вступ до Geant4 <http://cern.ch/geant4-userdoc/UsersGuides/IntroductionToGeant4/fo/IntroductionToGeant4.pdf>

13. Керівництво по установці Geant4 <http://cern.ch/geant4-userdoc/UsersGuides/InstallationGuide/fo/Geant4InstallationGuide.pdf>
14. Керівництво користувача Geant4 <http://cern.ch/geant4-userdoc/UsersGuides/ForApplicationDeveloper/html/index.html>
15. S. Incerti et al., THE GEANT4-DNA PROJECT // International Journal of Modeling, Simulation, and Scientific Computing, Vol. 1, No. 2 (2010) 157–178
16. S. Incerti et al., Geant4-DNA example applications for track structure simulations in liquid water: A report from the Geant4-DNA Project // Med. Phys. 45 (8), August 2018

Додаткова

1. Группен, К. Детекторы элементарных частиц / под ред. Л. М. Курдадзе, С. И. Эйдельмана ; пер. с англ.: Н. Ю. Эйдельман, Ю. И. Эйдельман. – Новосибирск : Сиб. хронограф, 1999. – 408 с.
2. F. Lei, P.R. Truscott et al., MULASSIS: A Geant4-Based Multilayered Shielding Simulation Tool // IEEE Transactions on Nuclear Science – 2002.– V. 49.– No. 6.– P. 2788-2793.
3. R. Burn et al., GEANT: Detector description and simulation tool // CERN. Geneva. Switzerland.– 1993.– 430 p.
4. Братченко М. И., Дюльдя С. В. Применение программного комплекса Geant4 к задачам радиационно-технологического моделирования // Вопросы атомной науки и техники. - 2001 г. - No 4. Серия: Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение-184 с.

Електронні ресурси, включаючи доступ до баз даних:

Інформаційні ресурси:

1. Доступні через інтернет сторінки розробників пакетів
 - a Geant4 (<https://geant4.web.cern.ch/>) і
 - b ROOT (<https://root.cern/>) і
2. База даних Particle Data Group (<http://pdg.lbl.gov>).

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

ІНСТИТУТ ЯДЕРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ GEANT

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітньо- кваліфікаційний рівень	Організаційно-методична характеристика навчальної дисципліни	
	Академічна характеристика	Структура
10 – Природничі науки 104 – Фізика та астрономія Освітня програма – Фізика (Теоретична фізика) Доктор філософії	Рік навчання: 2 або 3 Семестр: 1 або 2 * Кількість годин на тиждень: 2 Статус курсу: <i>фаховий (вибірковий)</i> Кількість ECTS кредитів: 2 * дисципліна може викладатися на 2 або 3 році навчання в осінньому або весняному семестрі	Кількість годин: Загальна: 60 Лекції: 16 Практичні заняття: 8 Консультація 2 Самостійна робота: 34 Вид підсумкового контролю: іспит

Робоча програма складена для докторів філософії – Освітня програма Фізика ядра, фізика елементарних частинок і високих енергій; ядерно-фізичні установки; радіаційна фізика конденсованого стану; фізика плазми і ядерного синтезу.

Укладач: Анохін І.Є., кандидат фіз.-мат. наук, старший науковий співробітник

III. ПЛАН ЛЕКЦІЙНИХ ЗАНЯТЬ

МЕТА ТА МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ЛЕКЦІЙ

Проведення лекційних занять націлено на донесення загальних знань та побудову теоретичних методів по дисципліні, на сприяння розвитку у аспірантів розумової діяльності і розширення світогляду.

Розділ (змістовний модуль) 1.

Заняття 1. Тема 1. Цілі і способи моделювання фізичних процесів в детекторах.

План.

1. Опис дисципліни.
2. Мета, завдання та структура курсу.
3. Цілі і задачі моделювання.
4. Історія розвитку спеціалізованих програм.
5. Порівняння існуючих програм (FLUKA, GEANT3, GEANT4, MCNP).

Література: [4-8]

Заняття 2. Тема 2. Метод Монте-Карло.

План.

1. Загальна схема методу Монте-Карло.
2. Моделювання розподілів.
3. Імітація випадкових процесів.

Література: [1-3]

Заняття 3. Тема 3. Структура програм в пакеті Geant4. Ієрархія класів.

План.

1. Ядро Geant4.
2. Ієрархія класів.
3. Поняття
 - a. сеанс,
 - b. подія,
 - c. трек

Література: [9-14]

Заняття 4. Тема 4. Інтерфейс користувача.

План.

1. Робота в інтерактивному режимі.
2. Пакетний режим.

3. Створення нових команд.
4. Дії, визначені користувачем.

Література: [9-14]

Заняття 5. Тема 5. Цикл моделювання події. Створення простої програми моделювання.

План.

1. Цикл моделювання події.
2. Обов'язкові блоки:
 - а. модель детектора,
 - б. генератор первинної вершини,
 - с. набір моделей фізичних процесів.
3. Створення простої програми моделювання.

Література: [12, 14]

Заняття 6. Тема 6. Побудова моделі детектора.

План.

1. Способи опису матеріалів.
2. Опис об'єму: форма, логічний об'єм, фізичний об'єм.
3. Параметризація фізичного об'єму.
4. Системи координат.
5. Вкладеність об'ємів.

Література: [12, 14]

Заняття 7. Тема 7. Моделювання відгуку детектора.

План.

1. Поняття чутливого об'єму.
2. Спрацьовування.
3. Оцифрування сигналів.

Література: [12, 14]

Заняття 8. Тема 8. Візуалізація детектора і подій.

План.

1. Які елементи детектора можна візуалізувати.
2. Графічні драйвери.
3. Управління візуалізацією.

Література: [12, 14]

Заняття 9. Тема 9. Які елементи детектора можна візуалізувати. Графічні драйвери. Управління візуалізацією.

План.

1. Завдання набору фізичних процесів, що враховуються в моделюванні.
2. Стандартні набори.
3. Опис нової частинки.
4. Опис нового процесу.
5. Пороги народження частинок.
6. Обмеження, визначені користувачем.
7. Як відбувається один крок в моделюванні.

Література: [12, 14]

Заняття 10. Тема 10. Збереження результатів моделювання.

План.

1. Способи використання можливостей пакету ROOT для збереження даних.
2. Як управляти збереженням в «дерево» ROOT.

Література: [12, 14]

Заняття 11. Тема 11. Застосування пакета Geant4 в сучасних експериментах.

План.

1. Особливості моделювання складних установок.
2. Перспективи розвитку Geant4.

Література: [9 - 11]

Заняття 12. Тема 12. Розширення GEANT4-DNA – використання у ядерній медицині.

План.

1. Особливості моделювання несприятливих ефектів іонізуючих випромінювань на клітинному та субклітинному масштабах у сучасних радіобіологічних дослідженнях.
2. Моделювання пошкодження ДНК, спричиненого іонізуючим випромінюванням, за допомогою GEANT4-DNA.

Література: [15, 16]

IV. ПЛАН ТА МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

МЕТА ТА ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Практичні заняття є сполучною ланкою між лекційними заняттями та самостійною роботою і мають на меті поглиблене засвоєння теоретичних понять, термінів і моделей з дисципліни та набуття практичних навиків розв'язання задач.

В процесі практичних занять з'ясовується ступінь засвоєння понятійно-термінологічного апарату та основних положень предмету, вміння розкривати конкретну тему, аналізувати і узагальнювати ключові питання курсу, робити числові оцінки, розв'язувати задачі.

Одним з важливих завдань проведення занять є отримання аспірантами навиків публічних виступів і дискусій.

ЗМІСТ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Передбачаються такі види аудиторної роботи:

- *розгляд і обговорення теоретичного матеріалу за переліком контрольних питань по відповідних темах лекційних занять та питань для самостійного опрацювання;*
- *проведення семінарів з публічними виступами та доповідями по рефератах, підготовлених студентами самостійно за рекомендованою тематикою;*
- *розв'язання задач аналітичного характеру;*
- *розв'язання задач обчислювального характеру;*
- *проведення колоквиумів по засвоєнню теоретичного матеріалу;*
- *виконання контрольних робіт за індивідуальним завданням;*
- *перевірка практичних завдань, виконаних студентами під час самостійної роботи;*
- *проведення консультацій з дисципліни;*

Головною метою практичних занять є вміння інсталювати та настроїти пакет GEANT4 на EOM та навчитися розробляти програми моделювання фізичних процесів за допомогою EOM.

Практичне заняття 1. Тема 4. Інсталяція GEANT4 на комп'ютер.

Інтерфейс користувача.

Література: [13]

Практичне заняття 2. Тема 5. Цикл моделювання події. Створення простої програми моделювання.

Література: [12, 14]

Практичне заняття 3. Тема 6. Побудова моделі детектора.

Література: [12, 14]

Практичне заняття 4. Тема 7. Моделювання відгуку детектора.

Література: [12, 14]

Практичне заняття 5. Тема 8. Візуалізація детектора і подій.

Література: [12, 14]

Практичне заняття 6. Тема 9. Які елементи детектора можна візуалізувати. Графічні драйвери. Управління візуалізацією.

Література: [12, 14]

Практичне заняття 7. Тема 10. Збереження результатів моделювання.

Література: [12, 14]

V. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

МЕТА І ЗАВДАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Головна мета проведення самостійної роботи полягає у необхідності більш широкого огляду тематики курсу з використанням матеріалів підручників, періодичних видань, наукових праць, монографій з окремих питань дисципліни.

Важливою складовою самостійної роботи студентів є виконання індивідуальних робіт.

Виконання індивідуальних робіт має на меті:

- закріплення знань теоретичного курсу;
- набуття навичок опрацювання наукової літератури (монографій, наукових статей);
- напрацювання вмінь та навичок розв'язування фізичних задач;
- напрацювання вмінь та навичок написання програм з використанням GEANT4 для моделювання фізичних експериментів;
- навчання ефективному використанню фізико-математичних довідників, енциклопедій (включно з on-line інформацією) і т. ін.

ЗМІСТ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

№ теми	Завдання	Літера тура	Форма контролю
1	Цілі і способи моделювання фізичних процесів в детекторах.	4-8, ДЗ	Опитування, перевірка конспекту, виступи в аудиторії, розв'язання задач в аудиторії, перевірка самостійного розв'язання задач .
2	Метод Монте-Карло.	1-3	Опитування, перевірка конспекту, виступи в аудиторії, розв'язання задач в аудиторії, перевірка самостійного розв'язання задач .
3	Структура програм в пакеті Geant4. Ієрархія класів.	12, 14	Опитування, перевірка конспекту, виступи в аудиторії, розв'язання задач в аудиторії, перевірка самостійного розв'язання задач .

4	Інтерфейс користувача.	12, 14	Опитування, перевірка конспекту, виступи в аудиторії, розв'язання задач в аудиторії, перевірка самостійного розв'язання задач .
5	Цикл моделювання події. Створення простої програми моделювання.	12, 14	Опитування, перевірка конспекту, виступи в аудиторії, розв'язання задач в аудиторії, перевірка самостійного розв'язання задач .
6	Побудова моделі детектора.	12, 14	Опитування, перевірка конспекту, виступи в аудиторії, розв'язання задач в аудиторії, перевірка самостійного розв'язання задач .
7	Моделювання відгуку детектора.	12, 14	Опитування, перевірка конспекту, виступи в аудиторії, розв'язання задач в аудиторії, перевірка самостійного розв'язання задач .
8	Візуалізація детектора і подій.	12, 14	Опитування, перевірка конспекту, виступи в аудиторії, розв'язання задач в аудиторії, перевірка самостійного розв'язання задач ..
9	Які елементи детектора можна візуалізувати. Графічні драйвери. Управління візуалізацією.	12, 14	Опитування, перевірка конспекту, виступи в аудиторії, розв'язання задач в аудиторії, перевірка самостійного розв'язання задач ..
10	Збереження результатів моделювання.	12, 14	Опитування, перевірка конспекту, виступи в аудиторії, розв'язання задач в аудиторії, перевірка самостійного розв'язання задач .
11	Застосування пакета Geant4 в сучасних експериментах.	9-11	Опитування, перевірка конспекту, виступи в аудиторії, розв'язання задач в аудиторії, перевірка самостійного розв'язання задач ..

12	Розширення GEANT4-DNA – використання у ядерній медицині.	15-16	Опитування, перевірка конспекту, виступи в аудиторії, розв'язання задач в аудиторії, перевірка самостійного розв'язання задач.
----	--	-------	--

ОБСЯГ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

№	Назва теми	Кількість годин
1.	Підготовка до поточних практичних занять	5
2.	Виконання поточних практичних завдань	10
3.	Опанування матеріалів лекцій та додаткових питань із застосування основної та додаткової літератури	15
4.	Індивідуальні консультації з викладачем	4
	ВСЬОГО	34

Завдання (задачі, вправи) для самостійної роботи

- Змодельовати проходження протонів з енергією 50 MeV через блок свинцю з товщиною 2, 3, 4 і 5 мм.

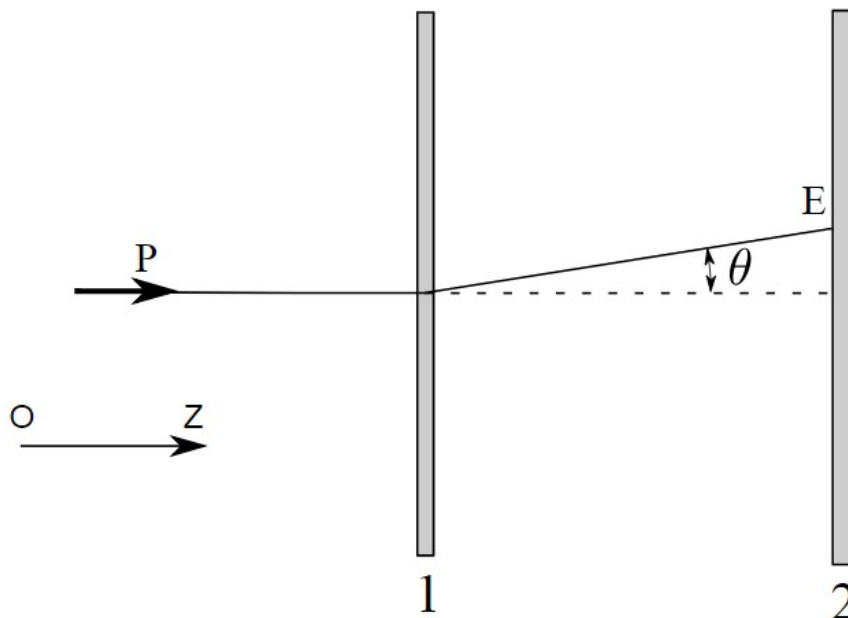
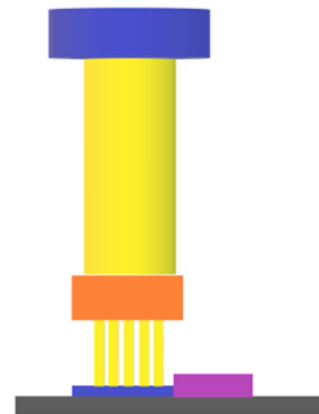


Схема установки, P - джерело частинок, 1 - мішень, 2 - чутлива область, детектор.

- Моделювання джерела вторинних нейтронів на основі взаємодії протонів високих енергій зі свинцевою мішенню. Моделюється пучок протонів з енергією 50-200 MeV, який взаємодіє зі свинцевою мішенню, в результаті чого по каналу ядерних реакцій (p, n)

генерується потік нейтронів широкого енергетичного спектра. Метою моделювання є отримання енергетичних спектрів вторинних нейтронів і гамма-квантів, а також їх тимчасових спектрів детектування на різних дистанціях від мішені.

3. Моделювання експерименту, який був проведений в Гарвардській циклотронній лабораторії: програмно реалізувати детектор, зібраний з шарів латуні перемежовуються поліетиленом. Один шар латуні і два "півшару" поліетилену з обох сторін будемо називати "одним каналом". В експерименті з листів латуні, що є провідником знімали заряд, що характеризує розвиток процесів взаємодії влітають частинок з середовищем.
4. Моделювання проходження протонів в шаруватій середі з завдання №3.
5. Моделювання проходження пучків гамма квантів та електронів, отриманих на медичних прискорювачах, через матричні коліматори, виготовлені з свинцю, міді, сталі, вольфраму та танталу.



VI. ФОРМИ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

МЕТА І ФОРМИ ПОТОЧНОГО КОНТРОЛЮ

Мета поточного контролю – оцінити ступінь засвоєння теоретичного і практичного матеріалу та рівень знань студентів з відповідних розділів дисципліни.

Рівень поточних знань оцінюється в балах по кожному із передбачених видів практичних завдань окремо:

- володіння теоретичним матеріалом;
- розуміння сутності фізичних явищ;
- вміння робити оцінки за порядком величин;
- розв'язання задач аналітичного характеру;
- розв'язання задач обчислювального характеру.

Згідно до методики рейтингової оцінки поточний рейтинг аспіранта розраховується як сума балів за всіма видами практичних завдань, колоквіуму та контрольної роботи (плюс показники відвідування лекційних та практичних занять) і нараховується протягом семестру.

Аспіранти, поточні знання яких оцінені на “незадовільно” (0-29 балів), вважаються не атестованими і до іспиту з дисципліни не допускаються. Аспіранти, які за роботу в семестрі та на іспиті набрали 30-59 балів мають право на перескладання.

МЕТА І ФОРМИ ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

Підсумковий контроль знань здійснюється наприкінці семестру шляхом складання іспиту.

До іспиту допускаються аспіранти, які мають необхідний рівень поточних знань.

Іспит проводиться в змішаній формі, по завданнях які складені на основі програми курсу та мають однаковий рівень складності. На підготовку відводиться 2 академічні години. Під час проведення іспиту дозволяється користуватися конспектом.

ПИТАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ІСПИТУ

1. Використання персональних комп'ютерів у моделюванні фізичних процесів.
2. Компоненти комп'ютерного експерименту.
3. Призначення численних експериментів.
4. Навіщо потрібно моделювати фізичні процеси в детекторі?
5. Переваги та недоліки комп'ютерних експериментів.
6. Чи можна замінити реальний експеримент моделюванням?

7. Метод Монте-Карло.
8. Загальна схема ММК.
9. Використання ММК при чисельному моделюванні фізичних процесів.
10. Ефективність і похибка ММК.
11. Пакети моделювання фізичних процесів ядерної фізики.
12. Пакет моделювання процесів проходження частинок через речовину GEANT.
13. Як змоделювати випадкові точки, рівномірно розподілені по поверхні кулі?
14. Структура користувальницьких підпрограм при моделюванні в GEANT4.
15. Основні етапи завдання модельної геометрії: світовий об'єм, логічний об'єм, фізичний об'єм.
16. Збір інформації про фізичні параметри частинок при їх транспорті: чутливий об'єм.
17. Завдання типу і структури джерела частинок.
18. Завдання матеріалів елементів геометрії.
19. Формування геометрії експерименту на основі геометричних примітивів.
20. Ієрархія частинок: ідентифікатор частинок і треків.
21. У чому відмінність об'єкта-елемента (G4Element) і об'єкта-матеріалу (G4Material)?
22. До чого призводить перетин об'ємів при побудові моделі детектора?
23. Для чого застосовується параметризація фізичних обсягів?
24. Для чого застосовуються зовнішні програми-генератори подій?
25. Яка послідовність дій GEANT4 при розрахунку одного кроку при трекінгу?
26. Як працюють і коли застосовуються пороги освіти частинок?
27. За яких умов трекінг частки припиняється?
28. Особливості моделювання багаторазового розсіювання та іонізації
29. Які моделі внутрішньоядерної каскаду реалізовані в GEANT4?
30. Визначення моментів часу попадання частинок в чутливий об'єм, тимчасові спектри.
31. Копіювання повторюваних елементів геометрії: реплікація.
32. Профіль енерговиділення електромагнітного зливи частинок, самплінг-фактор.
33. Моделювання детекторів складної геометрії: повороти, перенесення, віднімання і об'єднання об'ємів.
34. Ефективність реєстрації випромінювання.
35. Визначення поглинутої в чутливому об'ємі енергії.
36. Визначення кінетичної енергії утворюються вторинних частинок.
37. Спектр поглинутої енергії, його відмінність від амплітудних експериментальних спектрів.

VII. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ І ВМІНЬ СТУДЕНТІВ, УМОВИ ВИЗНАЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО РЕЙТИНГУ

Рівень поточних знань студентів оцінюється відповідно до методики рейтингової оцінки. Сутність методики полягає у визначенні поточного рейтингу студента, що розраховується як сума балів за всіма видами практичних завдань та результатами самостійної роботи і нараховується протягом семестру.

<i>Вид роботи</i>	<i>Обсяг за семестр</i>	<i>Максимальна кількість балів за виконану роботу</i>
<i>Теоретичне питання (просте)</i>	<i>4</i>	<i>Кожна правильна і змістовна відповідь - 1 бал. Максимальна кількість балів за семестр – 4 бали.</i>
<i>Теоретичне питання (ускладнене)</i>	<i>4</i>	<i>Кожна правильна і змістовна відповідь - 2 бали. Максимальна кількість балів за семестр – 8 балів</i>
<i>Розв'язування задач</i>	<i>2</i>	<i>Кожне правильне розв'язання – 4 балів. Максимальна кількість балів за семестр – 8 балів</i>
<i>Вибірковий контроль домашніх завдань</i>	<i>1</i>	<i>Кожне правильне виконання домашнє завдання – 5 балів. Максимальна кількість балів за семестр – 10 балів</i>
<i>Відвідування лекцій</i>	<i>16</i>	<i>Кожна відвідана лекція – 0,5 бал. Максимальна кількість балів за семестр – 8 балів</i>
<i>Відвідування семінарів</i>	<i>14</i>	<i>Кожний відвіданий семінар – 0,5 бал. Максимальна кількість балів за семестр – 7 балів</i>
<i>Підготовка і презентація рефератів</i>		<i>Повнота розкриття теми – максимально 10 балів. Якість підготовленої презентації і виступу перед аудиторією (до 10 хв.) – максимально 5 балів.</i>
<i>Сукупний рейтинг</i>	<i>-</i>	<i>60 балів</i>

КРИТЕРІЇ СКЛАДАННЯ ІСПИТУ (ЗАЛІКУ)

Кожне завдання для проведення іспиту (заліку) має бути однакової складності. Зміст питань та завдань має бути розрахований на письмову підготовку аспіранта протягом двох академічних годин.

Максимальна кількість балів на проведення підсумкового контролю – 40. Критерії оцінки підсумкових знань при складанні іспиту наведені в таблиці.

Критерії складання іспиту (заліку)

<i>Характеристика відповіді по варіанту</i>	<i>Максимальна кількість балів</i>
<i>Зміст 2-х теоретичних питань розкрито повністю і в розгорнутому вигляді</i>	<i>30</i>
<i>Вірні відповіді на тести /додаткові питання чи розв'язок задачі</i>	<i>10</i>
<i>ВСЬОГО</i>	<i>40 балів</i>

За результатами складання іспиту (заліку) якість підсумкових знань аспіранта оцінюється за рейтинговою системою та трансформується в національну шкалу та шкалу ECTS

Таблиця

Порядок перерахунку рейтингових показників нормованої 100-бальної університетської шкали оцінювання в національну 4-бальну шкалу та шкалу ECTS.

За шкалою університету	За національною шкалою		За шкалою ECTS
	Іспит	Залік	
91 – 100	5 (відмінно)	Зараховано	A (відмінно)
81 – 90	4 (добре)		B (дуже добре)
71 – 80			C (добре)
66 – 70			D (задовільно)
60 – 65	3 (задовільно)		E (достатньо)
30 – 59	2 (незадовільно)	Не зараховано	FX (незадовільно – з можливістю повторного складання)
1 – 29			F (незадовільно – з обов’язковим повторним курсом)