



Медична фізика

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>163 Біомедична інженерія</i>
Освітня програма	<i>Медична інженерія</i>
Статус дисципліни	<i>Обов'язкова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)/змішана/дистанційна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>6 кредитних модулів ECTS (180 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен/МКР</i>
Розклад занять	<i>Лекції (36 годин) – кожного тижня, практичні заняття (36 години) – кожного тижня (Згідно розкладу на сайті http://rozklad.kpi.ua/)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: канд. фіз.-мат. наук, доцент, Соломін Андрій Вячеславович, a.solomin@kpi.ua; andr-sol@i.ua; т. 0509271063 Практичні: канд. фіз.-мат. наук, доцент, Соломін Андрій Вячеславович, a.solomin@kpi.ua; andr-sol@i.ua; т. 0509271063</i>
Профіль викладача	<i>https://intellect.kpi.ua/profile/sav231 http://bmi.fbmi.kpi.ua/department/staff-department/</i>
Розміщення курсу	<i>Сікорський (Moodle) https://do.ipu.kpi.ua/course/view.php?id=1605 Індивідуальний кабінет відеоконференцій Zoom 650 976 8233</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Навчальна дисципліна «Медична фізика» належить до циклу нормативних навчальних дисциплін циклу загальної підготовки магістрів. Вона розрахована на студентів, які отримали ступінь бакалавра з інженерних спеціальностей.

Навчальна дисципліна «Медична фізика» займається вивченням систем, що складаються з фізичних випромінювань, організму людини (і його хвороб), лікувальних і діагностичних технологій, апаратів, препаратів і матеріалів, а також використанням методів і засобів фізики, математики і техніки, фізичних випромінювань і приладів для діагностики, лікування і профілактики захворювань.

«Медична фізика» в широкому сенсі охоплює всі медичні застосування фізичних явищ, тобто за обсягом тематики може порівнюватись з фізикою. Але історично і у зв'язку з потребами ринку склалось так, що під дисципліною «Медична фізика» в загальноприйнятому вузькому сенсі розуміється медична радіаційна фізика. Саме фахівців цього напрямку потребує біомедична галузь у все більш зростаючій кількості. Це пов'язано з розширенням спектру відповідного терапевтичного та діагностичного медичного обладнання, зі специфікою медичної радіаційної фізики, складністю природи фізичних процесів, що потребує інженерно-фізичної кваліфікації фахівців, та важливістю володіння ними базовими компетенціями з біомедицини.

Мета дисципліни

Основною метою навчальної дисципліни «Медична фізика» є формування у студентів здатності

розв'язувати складні спеціалізовані задачі випромінювання та біологічної дії іонізуючого опромінення, практичного розрахунку активності джерел опромінення, кількісної оцінки ефектів взаємодії іонізуючого випромінювання з речовиною та відповідного біологічного впливу, здатності забезпечувати інженерний супровід відповідного терапевтичного і діагностичного обладнання та технічний контроль радіаційної безпеки медичних процедур.

Навчання з дисципліни «Медична фізика» здійснюється на основі студентоцентрованого підходу та стратегії взаємодії викладача та студента з метою засвоєння студентами матеріалу та розвитку у них практичних навичок.

Оскільки дисципліна «Медична фізика» вважається складною в засвоєнні і такою, що дуже стрімко розвивається, а також маючи на увазі вимоги галузевого стандарту і специфіку медико-біологічних застосувань та суттєво неоднорідний характер загальної підготовки слухачів, при її викладанні передбачено керуватись наступними засадами.

Методична модель викладання дисципліни заснована на застосуванні активних методів навчання. В основу організації навчального процесу покладені наступні принципи:

- обирання методів викладання залежно від різних чинників, що впливають на організацію учбового процесу, від контингенту студентів;

- евристичні методи (методи створення ідей, методи вирішення творчих завдань, методи активізації творчого мислення);

- активна участь слухачів в учбовому процесі;

- наведення прикладів використання теоретичного матеріалу до реальних практичних ситуацій;

- підкреслення особливостей предмету стосовно медичного і біологічного аспектів використання, зацікавлення новими досягненнями і технологіями;

- гнучкий і диференційований підхід до кожного студента з урахуванням ступеню загальної підготовки;

- прогнозування напрямів розвитку технологій в майбутньому.

Під час навчання та для взаємодії зі студентами використовуються сучасні інформаційно-комунікаційні та мережеві технології, розроблений та постійно вдосконалюється відповідний он-лайн курс в системі Moodle.

Програмні компетентності

Інтегральна компетентність

ІК	Здатність розв'язувати складні задачі та проблеми у біомедичній інженерії або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог
----	---

Загальні компетентності

ЗК 1	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
ЗК 2	Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
ЗК 3	Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
ЗК 4	Здатність працювати в команді.
ЗК 5	Здатність працювати в міжнародному контексті.

Спеціальні (фахові) компетентності:

ФК 1	Здатність вирішувати комплексні проблеми біомедичної інженерії із застосуванням методів математики, природничих та інженерних наук.
ФК 2	Здатність розробляти робочу гіпотезу, планувати і ставити експерименти для перевірки гіпотези і досягнення інженерної мети за допомогою відповідних технологій, технічних засобів та інструментів.

ФК 3	Здатність аналізувати складні медико-інженерні та біоінженерні проблеми та здійснювати їх формалізацію для знаходження кількісних рішень із застосуванням сучасних математичних методів та інформаційних технологій.
ФК 5	Здатність розробляти технічні завдання на створення, а також моделювати, оцінювати, проектувати та конструювати складні біоінженерні та медико-інженерні системи і технології.
ФК 6	Здатність досліджувати біологічні та технічні аспекти функціонування та взаємодії штучних біологічних і біотехнічних систем.
ФК 8	Здатність розробляти моделі та проводити експерименти, спрямовані на вирішення проблем, пов'язаних із здоров'ям людини, відповідно до конкретних потреб наукового пошуку, аналізувати, пояснювати результати та оцінювати вартість досліджень.
ФК 11	Здатність розробляти, планувати і застосовувати математичні методи в аналізі, моделюванні функціонування живих організмів, систем і процесів в біології та медицині.
ФК 12	Здатність проводити дослідження та спостереження щодо взаємодії біологічних, природних та штучних систем (протези, штучні органи та ін.), планувати біотехнічні випробування штучних протезів та систем.

Програмні результати навчання:

ПРН 1	Вміти аналізувати, розробляти та застосовувати технології та обладнання для дослідження фізіологічних і патологічних процесів людини, засобів сучасної діагностичної апаратури та систем відображення біомедичної інформації, відповідного програмного забезпечення, обґрунтовувати адекватні теоретичні моделі
ПРН 2	Застосування методів розрахунку та вибору класичних та новітніх конструкцій біоматеріалів, елементів приладів і систем медичного призначення
ПРН 5	Володіння методами дослідження, проектування і конструювання об'єктів біомедичної техніки, аналіз і обробку експериментальних даних
ПРН 6	Знання загальних вимог до умов виконання інженерних, технологічних та наукових проектів.
ПРН 7	Знання принципів розвитку і сучасних проблем створення біосумісних матеріалів в медичній практиці.
ПРН 10	Володіння іноземною мовою в обсязі, достатньому для загального та професійного спілкування

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Дисципліна «Медична фізика» має міждисциплінарний характер. Вона інтегрує відповідно до свого предмету знання з інших навчальних дисциплін (програми підготовки бакалавра): фізики, біофізики, біохімії, радіаційної безпеки і дозиметрії; біомедичних приладів, апаратів і комплексів; приладів контролю фізіологічних параметрів людини, тощо. За структурно-логічною схемою програми підготовки магістра дисципліна тісно пов'язана з іншими дисциплінами загальної та професійної підготовки: «Системи відображення біомедичної інформації», «Діагностичні і терапевтичні методи в аритмології і електрофізіології».

Отримані практичні навички та засвоєні теоретичні знання під час вивчення навчальної дисципліни «Медична фізика» можна використовувати в подальшому під час опанування навчальних дисциплін:

- з вибірових дисциплін (освітньо-професійна програма «Медична інженерія»): «Фізіотерапевтичні медичні прилади», «Електронні сенсори та біочіпи», «Біофотоніка та наноелектроніка», «Медичні прилади та технології».

Отримані практичні навички та засвоєні теоретичні знання під час вивчення навчальної дисципліни «Медична фізика» можна використовувати в подальшому при проходженні переддипломної практики, для підготовки магістерської дисертації та в подальшій практичній роботі за фахом.

Необхідні навички

1. Знання та практичні навички розв'язування задач з фізики.
2. Володіння знаннями і методологією з біофізики
3. Знання основ клінічної інженерії та радіології.

3. Зміст навчальної дисципліни

Основні розділи та теми, що розглядатимуться в процесі вивчення курсу:

Розділ 1. Вступ. Фундаментально-прикладні, медико-фізичні та біоінженерні основи технологій та обладнання для дослідження фізіологічних і патологічних процесів людини.

Тема 1.1. Предмет та задачі медичної фізики. Мета медичної фізики. Зв'язок медичної фізики з іншими предметами. Історія медичної фізики.

Тема 1.2. Фундаментально-прикладні, медико-фізичні та біоінженерні основи технологій та обладнання для дослідження фізіологічних і патологічних процесів людини.

Тема 1.3. Права та обов'язки медичного фізика. Медико-фізична деонтологія.

Розділ 2. Принципи дії сучасної діагностичної апаратури. Ультразвук і його застосування в медицині.

Тема 2.1. Принципи дії сучасної діагностичної апаратури.

Тема 2.2. Ультразвук у медицині. Фізика ультразвуку.

Тема 2.3. П'єзоелектричний ефект.

Тема 2.4. Акустичний опір, його вплив на проходження ультразвуку. Загасання ультразвуку в біологічних тканинах

Розділ 3. Теплове випромінювання в технічних та біологічних середовищах.

Тема 3.1. Параметри та характеристики теплового випромінювання. Закони випромінювання чорного тіла.

Тема 3.2. Тепловіддача організму. Поняття про термографію.

Тема 3.3. Інфрачервоне випромінювання і його застосування в медицині.

Тема 3.4. Ультрафіолетове випромінювання і його застосування в медицині.

Розділ 4. Елементи ядерної фізики. Фізичні моделі атомного ядра. Радіоактивність. Закон радіоактивного розпаду.

Тема 4.1. Склад та будова ядра. Ядерні сили та фізичні моделі ядра. Дефект маси та енергія зв'язку ядра.

Тема 4.2. Радіоактивність. Закон радіоактивного розпаду.

Тема 4.3. Типи іонізуючих випромінювань та їх характеристики.

Розділ 5. Дозиметрія. Кількісні характеристики радіоактивного випромінювання та міри його дії на організм. Радіаційна безпека при використанні іонізуючого випромінювання в медицині.

Тема 5.1. Поняття експозиційної, поглинутої, еквівалентної та ефективної еквівалентної доз опромінення. Одниці вимірювання.

Тема 5.2. Методи дозиметрії.

Тема 5.3. Норми радіаційної безпеки в Україні.

Розділ 6. Види і механізми радіоактивного розпаду. Схеми радіоактивного розпаду.

Радіонукліди – джерела іонізуючого випромінювання.

Тема 6.1. Види і механізми радіоактивного розпаду. Схеми радіоактивного розпаду.

Тема 6.2. Радіонукліди, які застосовуються в ядерній медицині. Способи отримання радіонуклідів.

Тема 6.3. Радіоізотопний генератор. Фізичні характеристики радіоізотопів..

Розділ 7. Нерадіоактивна генерація фотонного іонізуючого випромінювання. Рентгенівська трубка, лінійний прискорювач.

Тема 7.1. Формування рентгенівського випромінювання. Спектральний та азимутний розподіл інтенсивності гальмівного випромінювання.

Тема 7.2. Характеристичне випромінювання. Закон Мозлі.

Тема 7.3. Будова і характеристики рентгенівської трубки.

Тема 7.4. Лінійний прискорювач, принцип дії, типи, характеристики.

Розділ 8. Взаємодія випромінювання з речовиною. Механізми взаємодії електронів та фотонного випромінювання з речовиною.

Тема 8.1. Пружне розсіювання електронів, збудження, іонізація, гальмівне випромінювання при взаємодії електронів з речовиною.

Тема 8.2. Взаємодія фотонів з речовиною: когерентне розсіювання, фотоелектричний ефект, комптон-ефект, створення електрон-позитронних пар.

Розділ 9. Типи і механізми взаємодії нейтронів та важких заряджених частинок з речовиною.

Тема 9.1. Взаємодія нейтронів з речовиною: пружне та непружне розсіювання, радіаційне захоплення з випромінюванням заряджених частинок та гама-квантів, ділення ядер

Тема 9.2. Взаємодія важких заряджених частинок з речовиною: пружне розсіювання, збудження, іонізація, генерація гальмівного випромінювання.

Розділ 10. Методи побудови адекватних теоретичних моделей і способи їх обґрунтування.

Квантово-механічні основи пояснення явищ взаємодії мікрочастинок.

Тема 10.1. Методи побудови адекватних теоретичних моделей і способи їх обґрунтування.

Тема 10.2. Хвильова природа явищ мікросвіту. Хвильова функція.

Тема 10.3. Рівняння Шредингера та його наслідки.

Тема 10.4. Дискретні енергетичні стани атомів та ядер і переходи між ними – основа сучасних застосувань медичної фізики, технологій МРТ, лазерів, радіоактивних джерел гамма-випромінювання тощо.

Тема 10.5. Сучасний стан – парадокси і перспективи використання квантовомеханічних ефектів.

Розділ 11. Біологічна дія іонізуючого випромінювання. Засади променевої терапії.

Тема 11.1. Молекулярно-клітинні механізми радіаційного впливу.

Тема 11.2. Радіаційно-хімічні ушкодження ДНК. Репарація ДНК та інших молекул у клітині. Кисневий ефект.

Тема 11.3. Основи променевої терапії.

Розділ 12. Загальні вимоги до умов виконання інженерних, технологічних та наукових проектів. Методи променевої терапії.

Тема 12.1. Загальні вимоги до умов виконання інженерних, технологічних та наукових проектів.

Тема 12.2. Дистанційна або зовнішня радіотерапія, брахітерапія, ядерно-медична або радіоізотопна терапія

Тема 12.3. Поверхнева, ортовольтна терапія, телегамматерапія, інтраопераційна радіотерапія, дистанційна терапія важкими частинками, дистанційна мегавольтна ікс-терапія.

Тема 12.4. Інтерстиціальна, внутрішньопорожнинна, аплікаційна брахітерапія.

Розділ 13. Принципи кількісної радіобіології та теорія мішеней.

Тема 13.1. Природа експоненціальних дозових залежностей виживаності клітин.

Тема 13.2. Принципи теорії мішені. Унікальні і масові структури клітин.

Тема 13.3. Багатоударні мішені.

Розділ 14. Методи дослідження, проектування і конструювання об'єктів біомедичної техніки. Апаратні засоби променевої терапії.

Тема 14.1. Методи дослідження, проектування і конструювання об'єктів біомедичної техніки.

Тема 14.2. Методи променевої терапії. Томотерапія.

Тема 14.3. Планування променевої терапії.

Тема 14.4. Апарати для променевої терапії.

Розділ 15. Детектори іонізуючого випромінювання, їх типи, принципи дії та застосування.

Тема 15.1. Слідові детектори.

Тема 15.2. Іонізаційні, сцинтиляційні, напівпровідникові, фотоемульсійні детектори.

Тема 15.3. Дозиметри, радіометри.

Тема 15.4. Фізичні принципи дії та застосування.

Розділ 16. Радіохірургія та радіотерапія. Стереотаксична хірургія. Гамма-ніж. Лінійний прискорювач.

Тема 16.1. Радіохірургія та радіотерапія – спільне та відмінності, сучасні тенденції.

Тема 16.2. Стереотаксична хірургія та радіохірургія. Апаратне забезпечення.

Тема 16.3. Гамма-ніж.

Тема 16.4. Лінійний прискорювач.

Розділ 17. Будова та принцип дії кіберножа (CyberKnife).

Тема 17.1. Будова та принцип дії кіберножа. Порівняльний аналіз з іншими засобами радіотерапії та радіохірургії.

Тема 17.2. Система управління зображенням. Метод відстежування порівняльного положення. Метод синхронізації. Прогнозування рухів пацієнта.

Тема 17.3. Переваги та перспективи використання у радіохірургії важких заряджених частинок.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Терещенко М.Ф. Біофізика: підручник / М.Ф.Терещенко, Г.С.Тимчик, І.О.Яковенко. - Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2019. – 444 с. //

<https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/27589/1/Biophysics.pdf>

2. Сливко Е.І. Медична і біологічна фізика: Навчальний посібник / Е.І.Сливко, О.З.Мельнікова, О.З.Іванченко, Н.С.Біляк. - Запоріжжя, 2018.- 291 с. – Надсилається викладачем у електронному вигляді.

3. Біофізика. Практикум / М. Ф. Терещенко, Г. С. Тимчик, І.О. Яковенко - Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2019. – 288 с. – Надсилається викладачем у електронному вигляді.

4. І.М. Гудков. Радіобіологія: Підручник для вищ. навчальних закладів. – К.: НУБіП України, 2016. – 485 с. //

https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u172/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%BE%D0%B1%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F_2016.pdf

5. Кравчук С.Ю., Лазар А.П. Медична радіологія: Навчальний посібник. – Чернівці: Місто, 2008. – 336 с. – Надсилається викладачем у електронному вигляді.

6. Чалий О.В., Агапов Б.Т., Цехмістер Я.В. Медична і біологічна фізика. – К., Книга плюс, 2004. – 760с. – Надсилається викладачем у електронному вигляді.

Допоміжна література

1. Лещенко В.Г., Ильич Г.К. Медицинская и биологическая физика: Учеб. пособие. – Минск, Новое знание, 2012. – 552с. – Надсилається викладачем у електронному вигляді.
2. Степанов Ю.М. Ускорители электронов. – Томск, Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 116с. – Надсилається викладачем у електронному вигляді.
3. Ремизов А. Н. Медицинская и биологическая физика : Учеб. по физике для студ. мед. вузов / А.Н. Ремизов, А.Г. Максина, А.Я. Потапенко / 4 изд., перераб. и доп. - М. : Дрофа, 2003. - 560 с. // <https://www.booksmed.com/biologiya/843-meditsinskaya-i-biologicheskaya-fizika-remizov.html>
4. Костылев В.А., Наркевич Б.Я. Медицинская физика. М.: Медицина, 2008. - 464с. // https://www.studmed.ru/kostylev-va-narkevich-byu-meditsinskaya-fizika_68630f2838e.html
5. Гродзинський Д. М. Радіобіологія. - К. : Либідь, 2001 - 448 с. // <http://www.twirpx.com/file/839255/>
6. Мухин К.М. Экспериментальная ядерная физика: Учеб. для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1993. - 376с. // http://nuclphys.sinp.msu.ru/books/np/mukhin1_1.htm
7. S.A.Kane, B.A.Gelman. Introduction to physics in modern medicine. – CRC Press, 2020. – 451p.
8. Daniel Jiráč, František Vítek. Basics of medical physics. – Prague: Charles University Karolinum Press, 2017. – 224p.
9. Тарутин И.Г. Радиационная защита при медицинском облучении. Минск. Вышэйшая школа. 2005. – 335 с.
10. Основы рентгенодиагностической техники. Под ред. Блинова Н.Н. М., Медицина. 2002. – 392с.
11. Аспекты клинической дозиметрии. Под.ред. Ставицкого Р.В. М. МНПИ. 2000. – 400 с.
12. Иванов В.И. Курс дозиметрии. М., Атомиздат. 1978. – 392 с.
13. Рыбаков Ю.П., Костылев В.А. Физические основы применения магнитных полей в медицине (учебное пособие). М. АМФ-Пресс. 2004. – 88 с.
14. Физика визуализации изображений в медицине. Под ред. С. Уэбба. М. Мир. 1991. т.1 – 480с.; т.2 – 368 с.
15. Джонс Х. Физика радиологии. М., Атомиздат, 1969. – 348 с.
16. Хараджа Ф. Н. Общий курс рентгенотехники. Л. Государственное энергетическое издательство. 1956. – 564с.
17. Сороко Л. М. Интроскопия на основе ядерного магнитного резонанса. М. Энергоатомиздат 1986.
18. Ставицкий Р. В., Блинов Н. Н., Рабкин И. Х., Лебедев Л. А. Радиационная защита в медицинской рентгенологии. М. Кабур, 1994. – 272с.
19. Ринк П.А. Медицинский резонанс в медицине. Оксфорд. Лондон. Brackwell Soiehtific Publications, 1995. – 247 с.
20. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). К. Відділ поліграфії Українського центру держсанепіднагляду МОЗ України, 1997. – 121с.
21. Гродзинський Д.М. Радіобіологія. – К.: Либідь, 2000. – 448с.
22. Орел В.Э., Щепотин И.Б., Смоланка И.И. и др. Радиочастотная гипертермия злокачественных новообразований, нанотехнологии и динамический хаос. – Тернополь: ТГМУ "Укрмедкнига", 2012. – 448с.
23. Кутлахмедов Ю.О., Войціцький В.М., Хижняк С.В. Радіобіологія. К. КНУТШ. 2011. – 543с.
24. Медицинские приборы. Под.ред. Д.Г.Вебстер. –К. Медторг. 2004. – 620с.

Інформаційні ресурси

25. Платформа Сікорський – <https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=1605>
26. <http://info-library.com.ua/books-text-4072.html>
27. <http://www.twirpx.com>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

№ з/п	Тема	Програмні результати навчання	Основні завдання	
			Контрольний захід	Термін виконання
1.	Вступ. Фундаментально-прикладні, медико-фізичні та біоінженерні основи технологій та обладнання для дослідження фізіологічних і патологічних процесів людини	ІК, ПРН 1, 2, 5, 6, 7, 10	Практична робота 1	1-й тиждень
2.	Принципи дії сучасної діагностичної апаратури. Ультразвук і його застосування в медицині	ІК, ПРН 1, 2, 5, 6, 7, 10	Практична робота 1	2-й тиждень
3.	Теплове випромінювання в технічних та біологічних середовищах	ІК, ПРН 1, 2, 5, 6, 7, 10	Практична робота 2	3-й тиждень
4.	Елементи ядерної фізики. Фізичні моделі атомного ядра. Радіоактивність. Закон радіоактивного розпаду	ІК, ПРН 1, 2, 5, 6, 7, 10	Практична робота 3	4-й тиждень
5.	Дозиметрія. Кількісні характеристики радіоактивного випромінювання та міри його дії на організм. Радіаційна безпека при використанні іонізуючого випромінювання в медицині	ІК, ПРН 1, 2, 5, 6, 7, 10	Практична робота 4	5-й тиждень
6.	Види і механізми радіоактивного розпаду. Схеми радіоактивного розпаду. Радіонукліди – джерела іонізуючого випромінювання	ІК, ПРН 1, 2, 5, 6, 7, 10	Практична робота 5	6-й тиждень
7.	Нерадіоактивна генерація фотонного іонізуючого випромінювання. Рентгенівська трубка, лінійний прискорювач	ІК, ПРН 1, 2, 5, 6, 7, 10	Практична робота 6	7-й тиждень
8.	Взаємодія випромінювання з речовиною. Механізми взаємодії електронів та фотонного випромінювання з речовиною	ІК, ПРН 1, 2, 5, 6, 7, 10	Практична робота 7	8-й тиждень
9.	Типи і механізми взаємодії нейтронів та важких заряджених частинок з речовиною	ІК, ПРН 1, 2, 5, 6, 7, 10	Практична робота 8	9-й тиждень
10.	Методи побудови адекватних теоретичних моделей і способи їх обґрунтування. Квантово-механічні основи пояснення явищ взаємодії мікрочастинок	ІК, ПРН 1, 2, 5, 6, 7, 10	Практична робота 9	10-й тиждень
11.	Біологічна дія іонізуючого випромінювання. Засади променевої терапії	ІК, ПРН 1, 2, 5, 6, 7, 10	Практична робота 10	11-й тиждень
12.	Загальні вимоги до умов виконання інженерних, технологічних та наукових проєктів. Методи променевої терапії	ІК, ПРН 1, 2, 5, 6, 7, 10	Практична робота 11	12-й тиждень
13.	Принципи кількісної радіобіології та	ІК, ПРН 1, 2, 5,	Практична	13-й тиждень

№ з/п	Тема	Програмні результати навчання	Основні завдання	
			Контрольний захід	Термін виконання
	теорія мішеней	6, 7, 10	робота 12	
14.	Методи дослідження, проектування і конструювання об'єктів біомедичної техніки. Апаратні засоби променевої терапії	ІК, ПРН 1, 2, 5, 6, 7, 10	Практична робота 13	14-й тиждень
15.	Детектори іонізуючого випромінювання, їх типи, принципи дії та застосування	ІК, ПРН 1, 2, 5, 6, 7, 10	Практична робота 14	15-й тиждень
16.	Радіохірургія та радіотерапія. Стереотаксична хірургія. Гамма-ніж. Лінійний прискорювач	ІК, ПРН 1, 2, 5, 6, 7, 10	Практична робота 15	16-й тиждень
17.	Будова та принцип дії кіберножа (CyberKnife)	ІК, ПРН 1, 2, 5, 6, 7, 10	Практична робота 16	17-й тиждень
18.	Модульна контрольна робота	ІК, ПРН 1, 2, 5, 6, 7, 10	МКР	18-й тиждень

Платформа дистанційного навчання:

Для більш ефективної комунікації з метою розуміння структури навчальної дисципліни «Медична фізика» і засвоєння матеріалу використовується електронна пошта, телеграм-канал, платформа дистанційного навчання "Сікорський" на основі системи Moodle КПІ-Телеком та сервіс для проведення онлайн-нарад Zoom, за допомогою яких:

- підвищується оперативність спілкування зі студентами, забезпечується зручний зворотній зв'язок;
- спрощується розміщення, доступ та обмін навчальним матеріалом;
- оцінюються навчальні завдання студентів;
- аналізується активність студентів.

6. Самостійна робота студента

Заплановано наступні види самостійної роботи: підготовка до аудиторних занять, вирішення завдань практичних робіт та оформлення звітів, підготовка до модульної контрольної роботи, підготовка до екзамену. Всього на самостійну роботу заплановано 108 годин.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять

Відвідування лекційних занять не є обов'язковими, але бажаними, оскільки саме через оволодіння лекційного матеріалу формуються системні компетенції, які потім закріплюються на практичних заняттях.

Пропущене практичне заняття можна виконати і захистити на протязі тижня без штрафних балів. Інакше застосовується штрафний бал «-0,5».

Пропущені контрольні заходи

Пропущені контрольні заходи (захист практичних робіт) обов'язково відпрацьовуються на наступних заняттях за умови виконання завдання, яке заплановано на поточному занятті, або на консультаціях.

Пропущення написання модульної контрольної роботи не відпрацьовується.

Порушення термінів виконання завдань та заохочувальні бали

Заохочувальні бали		Штрафні бали*	
Критерій	Ваговий бал	Критерій	Ваговий бал
Вдосконалення практичних робіт	+2 бал (за кожну роботу)	Порушення термінів виконання практичної роботи (за кожну роботу)	-0,5 бала
Проходження дистанційних курсів за темами, які узгоджені з викладачем	+5 балів		
Оформлення наукової роботи для участі у конкурсі студентських наукових робіт	+10 балів		
Написання тез, статті, участь у міжнародних, всеукраїнських та/або інших заходах або конкурсах за тематикою навчальної дисципліни	+5 балів		

* якщо контрольний захід був пропущений з поважної причини (хвороба, яка підтверджена довідкою встановленого зразку) – штрафні бали не нараховуються.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами.

Студент має право оскаржити результати контрольного заходу згідно затвердженого положення Про апеляції в КПІ імені Ігоря Сікорського (затверджено наказом №НОН/128/2021 від 20.05.2021 р.) - <https://osvita.kpi.ua/index.php/node/182>

Інклюзивне навчання

Навчальна дисципліна «Медична фізика» може викладатися для більшості студентів з особливими освітніми потребами, окрім студентів з серйозними вадами зору, які не дозволяють виконувати завдання за допомогою персональних комп'ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів.

Дистанційне навчання

Дистанційне навчання відбувається через Платформу дистанційного навчання «Сікорський».

Дистанційне навчання через проходження додаткових он-лайн курсів за певною тематикою допускається за умови погодження зі студентами. У разі, якщо невелика кількість студентів має бажання пройти он-лайн курс за певною тематикою, вивчення матеріалу за допомогою таких курсів допускається, але студенти повинні виконати всі завдання, які передбачені у навчальній дисципліні. Під час дії військового стану за рішенням Вченої ради всі заняття проводяться у дистанційному режимі.

Список курсів пропонується викладачем після виявлення бажання студентами (оскільки

банк доступних курсів поновлюється майже щомісяця).

Студент надає документ, що підтверджує проходження дистанційного курсу (у разі проходження повного курсу) або надає виконані практичні завдання з дистанційного курсу та за умови проходження співбесіди з викладачем за пройденими темами може отримати оцінки за контрольні заходи, які передбачені за вивченими темами.

Виконання практичних робіт, а також виконання модульної контрольної роботи може здійснюється під час самостійної роботи студентів у дистанційному режимі (з можливістю консультування з викладачем через електронну пошту, соціальні мережі).

Навчання іноземною мовою

Навчання англійською мовою здійснюється лише для студентів-іноземців.

За бажанням студентів, допускається вивчення матеріалу за допомогою англомовних онлайн-курсів за тематикою, яка відповідає тематиці конкретних занять.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Система оцінювання (поточний контроль):

№ з/п	Контрольний захід	%	Ваговий бал	Кіл-ть	Всього
1.	Практична робота	32	2	16	32
2.	Модульна контрольна робота	28	28	1	28
4.	Екзамен	40	40	1	40
	Всього				100

Календарний контроль (КК) - проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Метою проведення календарного контролю є підвищення якості навчання студентів та моніторинг виконання графіка освітнього процесу студентами.

Критерій		Перший КК	Другий КК	
Термін календарних контролів		8-ий тиждень	14-ий тиждень	
Умови отримання позитивного результату з календарного контролю	Поточний рейтинг	≥ 6 балів	≥ 12 балів	
	Виконання практичних робіт	ПР №№ 1-7	+	+
		ПР №№ 8-13	-	+
Модульна контрольна робота	Оцінена МКР	-	-	

У разі виявлення академічної недобросовісності під час навчання – контрольний захід не зараховується.

Семестрова атестація студентів

Обов'язкова умова допуску до екзамену		Критерій
1	Поточний рейтинг	RD ≥ 30
2	Захищено всі практичні роботи	Більше 16 балів
3	Виконання модульної контрольної роботи	Більше 14 балів

Результати оголошуються кожному студенту окремо у присутності на контрольному заході або в дистанційній формі (е-поштою, в системі «Сікорський»). Також фіксуються в системі «Електронний кампус».

Необов'язкові умови допуску до екзамену:

- 1. Активність на практичних заняттях.*
- 2. Позитивний результат першої атестації та другої атестації.*
- 3. Відвідування лекційних занять.*

Таблиця переведення рейтингових балів до оцінок за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка за університетською шкалою
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Екзамен проводиться в письмовій формі.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік запитань для підготовки до модульної контрольної роботи, а також для підготовки до екзамену наведено у додатку 1.

Можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних курсів

1. Проходження онлайн-курсів у системі Moodle

Дистанційне навчання через проходження онлайн-курсів у системі Moodle за певною тематикою допускається за умови погодження зі студентами. У разі, якщо невелика кількість студентів має бажання пройти онлайн-курс за певною тематикою, вивчення матеріалу за допомогою таких курсів допускається, але студенти повинні виконати всі завдання, які передбачені у силабусі навчальної дисципліни (практичні роботи, модульна контрольна робота).

Під час дії військового стану за рішенням Вченої ради всі заняття проводяться у дистанційному режимі.

2. Проходження онлайн-курсів на платформі Coursera

Студентам пропонуються курси на платформі Coursera, які дають їм можливість отримання кредитів у якості змішаного чи додаткового навчання, а також отримати додаткові бали з навчальної дисципліни.

Курси з каталогу Coursera for Campus або он-лайн курси обрані самими студентами з більш широкого каталогу Coursera доповнюють навчальну програму з дисципліни. Перелік дистанційних курсів наведено на сайті кафедри біомедичної інженерії КПІ ім. Ігоря Сікорського: <http://bmi.fbmi.kpi.ua/non-formal-education>

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: доцент, канд. фіз.-мат. наук, Соломін Андрій Вячеславович

Ухвалено кафедрою біомедичної інженерії (протокол № 1 від 29.08.2022 року);

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 1 від 01.09.2022 року)

**Перелік запитань для підготовки до модульної контрольної роботи,
а також для підготовки до екзамену**

Питання I

1. Пояснити сучасні уявлення про склад та будову атомного ядра. Моделі ядра. Ізотопи та ізобари.
2. Пояснити сутність поняття „іонізуюче випромінювання” та описати його види.
3. Розкрити закон радіоактивного розпаду і його застосування.
4. Коротко перелічити види і механізми радіоактивного розпаду, які Ви знаєте.
5. Порівняти механізми розпаду радіонуклідів, переобтяжених нейтронами та радіонуклідів, переобтяжених протонами. Навести приклади.
6. Розкрити засоби генерації іонізуючого випромінювання.
7. Пояснити принцип дії лінійного прискорювача
8. Порівняти принципи дії двох типів лінійних резонансних прискорювачів – на стоячій та біжучій хвилі.
9. Пояснити сутність гальмівного та характеристичного випромінювання.
10. Описати правила побудови схем розпаду радіонуклідів. Навести приклади.

Питання II

11. Пояснити фізичний зміст та одиниці вимірювань дозиметричних величин.
12. Порівняти фізичний зміст величин „поглинена доза” та „експозиційна доза” радіоактивного випромінювання. Їх одиниці вимірювань.
13. Порівняти фізичний зміст величин „поглинена доза” та „біологічна (еквівалентна) доза”, а також „ефективна доза” радіоактивного випромінювання. Їх одиниці вимірювань.
14. Проаналізувати взаємодію електронів з речовиною.
15. Проаналізувати взаємодію фотонного випромінювання з речовиною.
16. Проаналізувати взаємодію нейтронів з речовиною.
17. Проаналізувати взаємодію важких заряджених частинок з речовиною.
18. Пояснити фізичну сутність можливості створення умов для максимальної передачі енергії від випромінювання важких заряджених частинок на заданій глибині від поверхні тіла.
19. Пояснити фізичну сутність можливості створення умов для максимальної передачі енергії від фотонного випромінювання на заданій глибині від поверхні тіла.
20. Розкрити сутність поняття „Керма”.

Питання III

21. Розкрити сутність і походження терміну „Стереотаксична радіохірургія”. Порівняти поняття „радіохірургія” та „радіотерапія”.
22. Проаналізувати фізичні процеси при взаємодії іонізуючого випромінювання з біологічними тканинами.
23. Пояснити сутність поняття „виживаність клітин”. Характер математичної залежності виживаності клітин від дози опромінення.
24. Розкрити основні принципи теорії мішеней в радіобіології.
25. Що таке одноударні та багатоударні мішені в радіобіології? Як відрізняються відповідні залежності виживаності клітин від дози опромінення?
26. Пояснити сутність радіобіологічних понять „ефективний об’єм мішені”, „унікальні й масові структури клітин”.
27. Пояснити фізико-технічні основи будови і дії гамма-ножа.
28. Пояснити фізико-технічні основи будови і дії радіохірургічного інструменту – лінійного прискорювача.
29. Пояснити фізико-технічні основи будови і дії кібер-ножа.
30. Проаналізувати принципи радіаційного захисту при медичному опроміненні. Фізичні особливості побудови захисту від нейтронного випромінювання.

Питання IV. Задача.