



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)</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>ДКР, Екзамен</i>
Розклад занять	<i>Лекції (46 годин) – 3 заняття/2 тижні, практичні заняття (44 години) – 3 заняття/2 тижні (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

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 застосовуванням 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	Розуміння фундаментально-прикладних, медико-фізичних та біоінженерних основ технологій та обладнання для дослідження фізіологічних і патологічних процесів людини.
ПРН 2	Розуміння принципів дії сучасної діагностичної апаратури та систем відображення біомедичної інформації, основ відповідного програмного забезпечення.
ПРН 3	Володіння сучасними методами програмного забезпечення наукових досліджень, побудови адекватних теоретичних моделей і способами їх обґрунтування.
ПРН 4	Застосування методів розрахунку та вибору класичних та новітніх конструкцій біоматеріалів, елементів приладів і систем медичного призначення.
ПРН 7	Володіння методами дослідження, проектування і конструювання об'єктів біомедичної техніки, аналіз і обробку експериментальних даних.
ПРН 8	Знання загальних вимог до умов виконання інженерних, технологічних та наукових проектів.
ПРН 9	Знання принципів розвитку і сучасних проблем створення біосумісних матеріалів в медичній практиці.
ПРН 13	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. Завдання, історія та проблеми медичної фізики. Права та обов'язки медичного фізика. Медико-фізична деонтологія.

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

Тема 1.2. Історія медичної фізики.

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

Розділ 2. Біоакустика.

Тема 2.1. Основні характеристики слухового відчуття. Параметри звукових вимірювань.

Тема 2.2. Звукові методи дослідження в медицині.

Тема 2.3 Складові хвильового опору. Відбиття звукових хвиль. Реверберація.

Розділ 3. Ультразвук і його застосування в медицині.

Тема 3.1. Ультразвук у медицині. Фізика ультразвуку.

Тема 3.2. П'єзоелектричний ефект.

Тема 3.3. Акустичний опір, його вплив на проходження ультразвуку. Загасання ультразвуку в біологічних тканинах

Розділ 4. Гемодинамічні процеси та кровообіг.

Тема 4.1. Реологічні й гемодинамічні параметри крові.

Тема 4.2. Модель Франка. Пульсова хвиля. Перенесення речовин у капілярній мережі

Тема 4.3. Методи та прилади вимірювання кров'яного тиску.

Розділ 5. Термодинаміка і дифузійні процеси.

Тема 5.1. Особливості біологічних об'єктів як термодинамічних систем.

Тема 5.2. Перший закон термодинаміки в біосередовищі.

Тема 5.3. Другий закон термодинаміки для відкритих середовищ.

Тема 5.4. Хімічний та електрохімічний потенціали. Стандартна вільна енергія.

Тема 5.5. Зростання ентропії. Дисипативна функція. Спряжені процеси.

Тема 5.6. Критерії досягнення стійкості й досягнення стаціонарного стану. Організм як відкрита система.

Розділ 6. Фізичні особливості біологічних мембран. Обмін речовин та енергії в мембранах.

Тема 6.1. Структура функціонування мембран.

Тема 6.2. Штучні мембранні структури.

Тема 6.3. Параметри мембран. Фазові переходи.

Розділ 7. Електро- і магнітодинамічні процеси у біологічній природі.

Тема 7.1. Електричні і магнітні поля людини. Фізичні основи електрокардіографії.

Тема 7.2. Мембранна теорія виникнення потенціалів у біоклітинах.

Тема 7.3. Функції провідності.

Тема 7.4. Магнітні властивості тканин організму. Фізичні основи магнітобіології.

Розділ 8. Електромагнітні коливання і хвилі в біомедицині.

Тема 8.1. Електромагнітні поля в біомедицині. Особливості різних частотних діапазонів.

Тема 8.2. Фізичні принципи кількісного опису електромагнітних явищ.

Тема 8.3. Діагностика із застосуванням електромагнітних випромінювань різних частотних діапазонів.

Тема 8.4. Терапія з використанням електромагнітних випромінювань.

Розділ 9. Теплове випромінювання в технічних та біологічних середовищах.

Тема 9.1. Параметри та характеристики теплового випромінювання. Закони випромінювання чорного тіла.

Тема 9.2. Тепловіддача організму. Поняття про термографію.

Тема 9.3. Інфрачервоне випромінювання і його застосування в медицині.

Тема 9.4. Ультрафіолетове випромінювання і його застосування в медицині.

Розділ 10. Елементи ядерної фізики. Фізичні моделі атомного ядра. Радіоактивність. Закон радіоактивного розпаду.

Тема 10.1. Склад та будова ядра. Ядерні сили та фізичні моделі ядра. Дефект маси та енергія зв'язку ядра.

Тема 10.2. Радіоактивність. Закон радіоактивного розпаду.

Тема 10.3. Типи іонізуючих випромінювань та їх характеристики.

Розділ 11. Дозиметрія. Кількісні характеристики радіоактивного випромінювання та міри його дії на організм. Радіаційна безпека при використанні іонізуючого випромінювання в медицині.

Тема 11.1. Поняття експозиційної, поглинутої, еквівалентної та ефективної еквівалентної доз опромінення. Одниці вимірювання.

Тема 11.2. Методи дозиметрії.

Тема 11.3. Норми радіаційної безпеки в Україні.

Розділ 12. Види і механізми радіоактивного розпаду. Схеми радіоактивного розпаду. Радіонукліди – джерела іонізуючого випромінювання.

Тема 12.1. Види і механізми радіоактивного розпаду. Схеми радіоактивного розпаду.

Тема 12.2. Радіонукліди, які застосовуються в ядерній медицині. Способи отримання радіонуклідів.

Тема 12.3. Радіоізотопний генератор. Фізичні характеристики радіоізотопів..

Розділ 13. Нерадіоактивна генерація фотонного іонізуючого випромінювання. Рентгенівська трубка, лінійний прискорювач.

Тема 13.1. Формування рентгенівського випромінювання. Спектральний та азимутний розподіл інтенсивності гальмівного випромінювання.

Тема 13.2. Характеристичне випромінювання. Закон Мозлі.

Тема 13.3. Будова і характеристики рентгенівської трубки.

Тема 13.4. Лінійний прискорювач, принцип дії, типи, характеристики.

Розділ 14. Взаємодія випромінювання з речовиною. Механізми взаємодії електронів та фотонного випромінювання з речовиною.

Тема 14.1. Пружне розсіювання електронів, збудження, іонізація, гальмівне випромінювання при взаємодії електронів з речовиною.

Тема 14.2. Взаємодія фотонів з речовиною: когерентне розсіювання, фотоелектричний ефект, комптон-ефект, створення електрон-позитронних пар.

Розділ 15. Типи і механізми взаємодії нейтронів та важких заряджених частинок з речовиною.

Тема 15.1. Взаємодія нейтронів з речовиною: пружне та непружне розсіювання, радіаційне захоплення з випромінюванням заряджених частинок та гама-квантів, ділення ядер

Тема 15.2. Взаємодія важких заряджених частинок з речовиною: пружне розсіювання, збудження, іонізація, генерація гальмівного випромінювання.

Розділ 16 Квантово-механічні основи пояснення явищ взаємодії мікрочастинок.

Тема 16.1. Хвильова природа явищ мікросвіту. Хвильова функція.

Тема 16.2. Рівняння Шредингера та його наслідки.

Тема 16.3. Дискретні енергетичні стани атомів та ядер і переходи між ними – основа сучасних застосувань медичної фізики, технологій МРТ, лазерів, радіоактивних джерел гамма-випромінювання тощо.

Тема 16.4. Сучасний стан – парадокси і перспективи використання квантовомеханічних ефектів.

Розділ 17. Біологічна дія іонізуючого випромінювання. Засади променевої терапії.

Тема 17.1. Молекулярно-клітинні механізми радіаційного впливу.

Тема 17.2. Радіаційно-хімічні ушкодження ДНК. Репарація ДНК та інших молекул у клітині. Кисневий ефект.

Тема 17.3. Основи променевої терапії.

Розділ 18. Методи променевої терапії.

Тема 18.1. Дистанційна або зовнішня радіотерапія, брахітерапія, ядерно-медична або радіоізотопна терапія

Тема 18.2. Поверхнева, ортовольтна терапія, телегамматерапія, інтраопераційна радіотерапія, дистанційна терапія важкими частинками, дистанційна мегавольтна ікст-терапія.

Тема 18.3. Інтерстиціальна, внутрішньопорожнинна, аплікаційна брахітерапія.

Розділ 19. Принципи кількісної радіобіології та теорія мішеней.

Тема 19.1. Природа експоненціальних дозових залежностей виживаності клітин.

Тема 19.2. Принципи теорії мішені. Унікальні і масові структури клітин.

Тема 19.3. Багатоударні мішені.

Розділ 20. Апаратні засоби променевої терапії.

Тема 20.1. Методи променевої терапії. Томотерапія.

Тема 20.2. Планування променевої терапії.

Тема 20.3. Апарати для променевої терапії.

Розділ 21. Детектори іонізуючого випромінювання, їх типи, принципи дії та застосування.

Тема 21.1. Слідові детектори.

Тема 21.2. Іонізаційні, сцинтиляційні, напівпровідникові, фотоемульсійні детектори.

Тема 21.3. Дозиметри, радіометри.

Тема 21.4. Фізичні принципи дії та застосування.

Розділ 22. Радіохірургія та радіотерапія. Стереотаксична хірургія. Гамма-ніж. Лінійний прискорювач.

Тема 22.1. Радіохірургія та радіотерапія – спільне та відмінності, сучасні тенденції.

Тема 22.2. Стереотаксична хірургія та радіохірургія. Апаратне забезпечення.

Тема 22.3. Гамма-ніж.

Тема 22.4. Лінійний прискорювач.

Розділ 23. Будова та принцип дії кіберножа (CyberKnife).

Тема 23.1. Будова та принцип дії кінберножа. Порівняльний аналіз з іншими засобами радіотерапії та радіохірургії.

Тема 23.2. Система управління зображенням. Метод відстежування порівняльного положення. Метод синхронізації. Прогнозування рухів пацієнта.

Тема 23.3. 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. 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-medicinskaya-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-medicinskaya-fizika_68630f28338e.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. Кравчук С.Ю., Лазар А.П. Медична радіологія: Навчальний посібник. – Чернівці: Місто, 2008. – 336 с. – Надсилається викладачем у електронному вигляді.
8. Лещенко В.Г., Ильич Г.К. Медицинская и биологическая физика: Учеб. пособие. – Минск, Новое знание, 2012. – 552с. – Надсилається викладачем у електронному вигляді.
9. Степанов Ю.М. Ускорители электронов. – Томск, Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 116с. – Надсилається викладачем у електронному вигляді.
10. 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

11. Тарутин И.Г. Радиационная защита при медицинском облучении. Минск. Вышэйшая школа. 2005. –335 с.
12. Основы рентгенодиагностической техники. Под ред. Блинова Н.Н. М., Медицина. 2002.– 392с.
13. Аспекты клинической дозиметрии. Под.ред. Ставицкого Р.В. М. МНПИ. 2000. –400 с.
14. Иванов В.И. Курс дозиметрии. М., Атомиздат. 1978. –392 с.
15. Рыбаков Ю.П., Костылев В.А. Физические основы применения магнитных полей в медицине (учебное пособие). М. АМФ-Пресс. 2004. –88 с.
16. Физика визуализации изображений в медицине. Под ред. С. Уэбба. М. Мир. 1991. т.1 –480с.; т.2–368 с.
17. Джонс Х. Физика радиологии. М., Атомиздат, 1969. – 348 с.
18. Хараджа Ф. Н. Общій курс рентгенотехники. Л. Государственное энергетическое издательство. 1956. – 564с.
19. Сороко Л. М. Интроскопия на основе ядерного магнитного резонанса. М. Энергоатомиздат 1986.

20. Ставицкий Р. В., Блинов Н. Н., Рабкин И. Х., Лебедев Л. А. Радиационная защита в медицинской рентгенологии. М. Кабур, 1994. –272с.

21. Ринк П.А. Медицинский резонанс в медицине. Оксфорд. Лондон. Brackwell Soiehtific Publications, 1995. – 247 с.

22. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). К. Відділ поліграфії Українського центру держсанепіднагляду МОЗ України, 1997. – 121с.

23. Гродзинський Д.М. Радіобіологія. – К.: Либідь, 2000. –448с.

24. Орел В.Э., Щепотин И.Б., Смоланка И.И. и др. Радиочастотная гипертермия злокачественных новообразований, нанотехнологии и динамический хаос. – Тернополь: ТГМУ "Укрмедкнига", 2012. –448с.

25. Кутлахмедов Ю.О., Войціцький В.М., Хижняк С.В. Радіобіологія. К. КНУТШ. 2011. –543с.

26. Медицинские приборы. Под.ред. Д.Г.Вебстер. –К. Медторг. 2004. –620с.

Інформаційні ресурси

27. Платформа Сікорський – <https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=1605>

28. <http://info-library.com.ua/books-text-4072.html>

29. <http://www.twirpx.com>

В переліку інформаційних ресурсів наведено джерела їх отримання.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

№ з/п	Тема	Програмні результати навчання	Основні завдання	
			Контрольний захід	Термін виконання
1.	Вступ. Завдання, історія та проблеми медичної фізики. Права та обов'язки медичного фізика. Медико-фізична деонтологія	ПРН 1, 13	Практична робота 1	1-й тиждень
2.	Біоакустика	ПРН 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 13	Практична робота 2	2-й тиждень
3.	Ультразвук і його застосування в медицині	ПРН 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 13	Практична робота 3	2-й тиждень
4.	Гемодинамічні процеси та кровообіг	ПРН 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 13	Практична робота 4	3-й тиждень
5.	Термодинаміка і дифузійні процеси	ПРН 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 13	Практична робота 5	4-й тиждень
6.	Фізичні особливості біологічних мембран. Обмін речовин та енергії в мембранах	ПРН 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 13	Практична робота 6	4-й тиждень
7.	Електро- і магнітодинамічні процеси у біологічній природі	ПРН 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 13	Практична робота 7	5-й тиждень
8.	Електромагнітні коливання і хвилі в біомедицині	ПРН 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 13	Практична робота 8	6-й тиждень
9.	Теплове випромінювання в технічних та біологічних середовищах	ПРН 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 13	Практична робота 9	6-й тиждень
10.	Елементи ядерної фізики. Фізичні моделі атомного ядра. Радіоактивність. Закон радіоактивного розпаду	ПРН 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 13	Практична робота 10	7-й тиждень

№ з/п	Тема	Програмні результати навчання	Основні завдання	
			Контрольний захід	Термін виконання
11.	Дозиметрія. Кількісні характеристики радіоактивного випромінювання та міри його дії на організм. Радіаційна безпека при використанні іонізуючого випромінювання в медицині	ПРН 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 13	Практична робота 11	8-й тиждень
12.	Види і механізми радіоактивного розпаду. Схеми радіоактивного розпаду. Радіонукліди – джерела іонізуючого випромінювання	ПРН 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 13	Практична робота 12	8-й тиждень
13.	Нерадіоактивна генерація фотонного іонізуючого випромінювання. Рентгенівська трубка, лінійний прискорювач	ПРН 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 13	Практична робота 13	9-й тиждень
14.	Взаємодія випромінювання з речовиною. Механізми взаємодії електронів та фотонного випромінювання з речовиною	ПРН 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 13	Практична робота 14	10-й тиждень
15.	Типи і механізми взаємодії нейтронів та важких заряджених частинок з речовиною	ПРН 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 13	Практична робота 15	10-й тиждень
16.	Квантово-механічні основи пояснення явищ взаємодії мікрочастинок	ПРН 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 13	Практична робота 16	11-й тиждень
17.	Біологічна дія іонізуючого випромінювання. Засади променевої терапії	ПРН 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 13	Практична робота 17	12-й тиждень
18.	Методи променевої терапії	ПРН 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 13	Практична робота 18	12-й тиждень
19.	Принципи кількісної радіобіології та теорія мішеней	ПРН 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 13	Практична робота 19	13-й тиждень
20.	Апаратні засоби променевої терапії	ПРН 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 13	Практична робота 20	14-й тиждень
21.	Детектори іонізуючого випромінювання, їх типи, принципи дії та застосування	ПРН 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 13	Практична робота 20	14-й тиждень
22.	Радіохірургія та радіотерапія. Стереотаксична хірургія. Гамма-ніж. Лінійний прискорювач	ПРН 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 13	Практична робота 21	15-й тиждень
23.	Будова та принцип дії кіберножа (CyberKnife)	ПРН 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 13	МКР	16-й тиждень
24.	Модульна контрольна робота	ПРН 1-9, 15, 24, 25	Написання МКР	16-й тиждень
25.	Домашня контрольна робота	ПРН 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 13	Оформлення та надсилання роботи	17-18-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, виконання домашньої контрольної роботи, підготовка до екзамену. Всього на самостійну роботу заплановано 88 годин.

Одним з основних видів семестрового контролю під час опанування навчальної дисципліни «Медична фізика» є виконання домашньої контрольної роботи (ДКР). ДКР виконується згідно з вимогами, у термін, зазначений викладачем.

Має на меті опанування вміннями визначати актуальні проблеми; додаткове, поглиблене вивчення та практичне усвідомлення окремих розділів навчальної програми; розвинення навичок самостійної роботи з науковою літературою.

Основна ціль домашньої контрольної роботи – вирішення практичної задачі з використанням засвоєного на лекціях та самостійно теоретичного матеріалу, та практичних навичок, отриманих на практичних заняттях.

Студент може писати ДКР тільки на погоджену з викладачем тему.

Приблизна тематика домашньої контрольної роботи:

1. Фізико-технічні основи комп'ютерної томографії.
2. Математичні основи комп'ютерної томографії.
3. Конструкція та радіотерапевтичні можливості лінійного прискорювача.
4. Конструкція та радіотерапевтичні можливості кібер-ножа.
5. Права та обов'язки медичних фізиків й інженерів в радіологічних відділеннях.
6. Радіобіологічні основи променевої терапії.
7. Фізико-технічні основи позитронної емісійної томографії.
8. Фізико-технічні принципи дозиметрії іонізуючого випромінювання.
9. Конструкція та радіотерапевтичні можливості ізотопних установок.
10. Принципи радіаційного захисту при медичному опроміненні.
11. Норми радіаційної безпеки (на матеріалах нормативних документів).
12. Побічні медико-біологічні ефекти дії іонізуючого випромінювання.
13. Проаналізувати конструкцію гібридного апарату ПЕТ/КТ.
14. Проаналізувати конструкцію гібридного апарату ПЕТ/МРТ.
15. Проаналізувати конструкцію гібридного апарату КТ/МРТ.
16. Принцип роботи та конструкція іонізаційних дозиметрів.
17. Принцип роботи та конструкція напівпровідникових дозиметрів.
18. Принцип роботи та конструкція сцинтиляційних дозиметрів.

Студенти також можуть запропонувати та узгодити з викладачем свою тему

Титульний аркуш домашньої контрольної роботи повинен мати такий зміст: назва університету; назва факультету; назва кафедри; назва спеціальності, назва освітньо-професійної програми, реєстраційний номер, назва навчальної дисципліни; тема домашньої контрольної роботи; прізвище та ім'я студента, курс, номер академічної групи, рік.

За титульним аркушем слідує детальний план (зміст) домашньої контрольної роботи, в якому треба виділити вступ, розділи основного змісту, висновок, список використаних джерел. У

змісті праворуч позначаються номери сторінок початку кожного питання. Кожен розділ починається з нової сторінки.

Загальний обсяг домашньої контрольної роботи в залежності від обраної теми може варіюватися від 20 до 40 сторінок основного тексту. Обсяг домашньої контрольної роботи визначається вмінням студента стисло і водночас вичерпно розкрити тему: актуальність теми, що розглядається, сучасні тенденції та проблеми, проаналізувати кращі зарубіжні та українські технології, зробити висновки та обґрунтувати власні пропозиції та рекомендації.

До домашньої контрольної роботи надається анотація двома мовами – українською та англійською, із зазначенням ключових слів.

Обов'язкова вимога: чітке посилання на джерела інформації. Всі цифри, факти, думки вчених, цитати, формули повинні мати посилання у вигляді [2, с.54] (перша цифра означає номер джерела у наведеному в кінці творчої роботи списку літератури, а друга цифра – номер сторінки у цьому джерелі). Бажано використовувати таблиці, схеми, графіки, діаграми тощо. Список використаних джерел (не менше 10 джерел) оформляється згідно з діючими правилами. Якщо інформація взята з мережі Інтернет, потрібно, як і для звичайної літератури, вказати автора, назву статті, а потім навести адресу сайту в Інтернет.

Домашня контрольна робота оцінюється за критеріями: логічності плану; повноти й глибини розкриття теми; достовірності отриманих даних; відображення практичних матеріалів та результатів розрахунків; наявності ілюстрацій (таблиці, рисунки, схеми, скріншоти веб-сторінок тощо); кількості використаних джерел і чіткості посилань на них; оформлення; обґрунтування власної думки студента з цього питання у вигляді висновку.

Граничний термін подання домашньої контрольної роботи на перевірку: 17-й тиждень навчання. Домашня контрольна робота не перевіряється на плагіат, але повинна відповідати вимогам академічної доброчесності. У разі виявлення академічної не доброчесності, робота анулюється і не перевіряється.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять

Пропущене лекційне заняття можна відробити на протязі тижня, написавши конспект з відповідної тематики та продемонструвавши викладачу засвоєння матеріалу. Інакше застосовується штрафний бал «-1».

Пропущене практичне заняття можна виконати і захистити на протязі тижня без штрафних балів. Інакше застосовується штрафний бал «-1».

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 відпрацьовуються.

Домашня контрольна робота, яка подається на перевірку з порушенням терміну виконання оцінюється зі зменшенням кількості вагових балів.

Порушення термінів виконання завдань та заохочувальні бали

Заохочувальні бали		Штрафні бали*	
Критерій	Ваговий бал	Критерій	Ваговий бал
Вдосконалення практичних робіт	+1 бал (за кожну практичну)	Порушення термінів виконання практичної роботи (за кожну таку)	-1 бал

	<i>роботу)</i>	<i>роботу)</i>	
<i>Проходження дистанційних курсів за темами, які узгоджені з викладачем</i>	<i>+5 балів</i>	<i>Несвоєчасне виконання та здача ДКР</i>	<i>Від -2 балів до -10 балів (залежить від терміну здачі)</i>
<i>Оформлення наукової роботи для участі у конкурсі студентських наукових робіт</i>	<i>+10 балів</i>	<i>Пропущене і не відроблене на протязі тижня лекційне заняття</i>	<i>-1 бал за кожне заняття</i>
<i>Написання тез, статті, участь у міжнародних, всеукраїнських та/або інших заходах або конкурсах за тематикою навчальної дисципліни</i>	<i>+5 балів</i>		

** 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.

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 англійських 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	42	2	21	42
2.	Модульна контрольна робота	12	12	1	12
3.	Домашня контрольна робота	6	6	1	6
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	≥ 10 балів	≥ 19 балів
	Виконання практичних робіт	ПР №№ 1-11	+
		ПР №№ 12-21	-
	Модульна контрольна робота	Оцінена МКР	-
Домашня контрольна робота	Оцінена ДКР	-	-

У разі виявлення академічної не добросовісності 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 20 балів
3	Виконання модульної контрольної роботи	Більше 10 балів
4	Виконання і захист домашньої контрольної роботи	Більше 6 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, ДКР).

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 № 13 від 25.06.2021 року);

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 11 від 25.06.2021 року)

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

Питання I

1. Пояснити особливості застосування засад деонтології для медичного фізика.
2. Проаналізувати права та обов'язки медичного фізика.
3. Розкрити сучасні уявлення про склад та будову атомного ядра.
4. Пояснити сутність поняття „іонізуюче випромінювання” та описати його види.
5. Розкрити закон радіоактивного розпаду і його застосування.
6. Проаналізувати засоби генерації іонізуючого випромінювання.
7. Пояснити фізичний зміст дозиметричних величин.
8. Порівняти поняття експозиційної, поглинутої, еквівалентної та ефективної еквівалентної доз опромінення.
9. Проаналізувати методи дозиметрії.
10. Пояснити діючі в Україні норми радіаційної безпеки.
11. Пояснити види і механізми радіоактивного розпаду.
12. Описати схеми радіоактивного розпаду.
13. Розкрити фізичні характеристики радіонуклідів.

Питання II

14. Пояснити фізичні принципи генерації рентгенівського випромінювання.
15. Розкрити фізичну сутність характеристичного випромінювання та закон Мозлі.
16. Пояснити будову і характеристики рентгенівської трубки.
17. Пояснити будову лінійного прискорювача, принцип дії, типи, характеристики.
18. Проаналізувати взаємодію електронів з речовиною.
19. Проаналізувати взаємодію фотонного випромінювання з речовиною.
20. Проаналізувати взаємодію нейтронів та важких заряджених частинок з речовиною.
21. Розкрити зміст сучасних уявлень про стан, парадокси та перспективи квантової механіки.
22. Пояснити природу дискретності енергетичних станів квантових систем та її використання в сучасних застосуваннях медичної фізики. Навести приклади.
23. Проаналізувати особливості квантовомеханічної інтерпретації вимірювання фізичних величин, поняття оператора фізичної величини, заплутаності станів квантових систем та перспектив використання цих особливостей.
24. Проаналізувати процеси при взаємодії іонізуючого випромінювання з біологічними тканинами.
25. Описати радіаційно-хімічні ушкодження ДНК, репарацію ДНК та інших молекул у клітині, кисневий ефект.
26. Пояснити природу експоненціальних дозових залежностей виживаності клітин під дією іонізуючого випромінювання.
27. Описати принципи теорії мішеней в радіобіології та їх практичне значення.
28. Порівняти унікальні і масові структури клітин щодо критеріїв їх виживаності.
29. Пояснити фізичну сутність поняття багатоударних мішеней в радіобіології та сенс його урахування на практиці.

Питання III

30. Розкрити основні принципи (ідеї) комп'ютерної томографії.
31. Розкрити методи променевої терапії.

32. Описати принципи планування процедур променевої терапії.
33. Розкрити методи радіохірургії.
34. Пояснити принцип роботи та конструкція іонізаційних детекторів випромінювання.
35. Пояснити принцип роботи та конструкція напівпровідникових детекторів випромінювання.
36. Пояснити принцип роботи та конструкція сцинтиляційних детекторів випромінювання.
37. Пояснити фізико-технічні основи та радіотерапевтичні можливості гамма-ножа.
38. Пояснити фізико-технічні основи та радіотерапевтичні можливості лінійного прискорювача.
39. Пояснити фізико-технічні основи та радіотерапевтичні можливості кібер-ножа.

Питання IV. Задача.