



РАДІАЦІЙНА БЕЗПЕКА І ДОЗИМЕТРІЯ
Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</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 дисципліна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів/150 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен, МКР, ДКР</i>
Розклад занять	<i>Згідно розкладу на сайті http://rozklad.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: професор, д.б.н., Орел Валерій Еммануїлович, valeriorel@gmail.com Практичні: професор, д.б.н., Орел Валерій Еммануїлович, valeriorel@gmail.com
Розміщення курсу	Посилання на дистанційний ресурс в Moodle: https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=370

Програма навчальної дисципліни

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

Основною метою навчальної дисципліни «Радіаційна безпека і дозиметрія» (далі «Радіаційна безпека») є формування у студентів здатності розв'язувати фундаментальні задачі й практичні проблеми медико-фізичних та фізико-хімічних властивостей стосовно біології та медицині з застосуванням базових теорій, фізичних, фізико-хімічних та фізико-математичних методів і комп'ютерних технологій.

Предметом вивчення «Радіаційної безпеки» є основи радіаційної фізики та радіобіології, дозиметричних величин та одиниць їхнього вимірювання для оцінки небезпеки дії іонізуючого випромінювання під час організації радіаційної безпеки в медичних закладах, наукових установах, підприємствах та пунктах поховання радіоактивних відходів.

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

- з циклу професійної підготовки (освітньо-професійна програма «Медична інженерія»): «Біомедичні прилади, апарати і комплекси»;
- з вибіркових дисциплін (освітньо-професійна програма «Медична інженерія»): «Лікувальна медична техніка», «Розробка та експлуатація фізіотерапевтичних медичних приладів», «Лікувально-діагностичні комплекси на основі біофотонних перетворювачів».

Оскільки дисципліна є обов'язковою, то для її вивчення необхідні:

- навички: знання базових основ фізики, біофізики, схемотехніки, методів статистичного аналізу отриманих результатів дозиметрії іонізуючого та неіонізуючого випромінювання;
- компетентності: застосовувати статистичні методи аналізу зв'язку та динаміки явищ; збирати, обробляти та аналізувати вихідні дані, які необхідні для розрахунку дозиметричних показників, які характеризують здоров'я населення та діяльність закладів охорони здоров'я; аналізувати та інтерпретувати дані статистики медико-біологічних процесів та явищ, виявляти тенденції змін показників іонізуючого та неіонізуючого випромінювання; використовувати бази дозиметричних характеристик даних; математичне і програмне забезпечення для обробки даних та комп'ютерного моделювання для запобігання ненормованого опромінюванням людини.

Загальні компетентності (ОП введено в дію Наказом ректора НОН/89/2021 від 19.04.2021 р.):

ЗК 1 - Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 2 - Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 6 - Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК 7 - Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК 8 - Здатність приймати обґрунтовані рішення.

Спеціальні (фахові) компетентності (ОП введено в дію Наказом ректора НОН/89/2021 від 19.04.2021 р.):

ФК 1 - Здатність застосовувати пакети інженерного програмного забезпечення для проведення досліджень, аналізу, обробки та представлення результатів, а також для автоматизованого проектування медичних приладів та систем.

ФК 3 - Здатність вивчати та застосовувати нові методи та інструменти аналізу, моделювання, проектування та оптимізації медичних приладів і систем.

ФК 5 - Здатність застосовувати фізичні, хімічні, біологічні та математичні методи в аналізі, моделюванні функціонування живих організмів та біотехнічних систем.

ФК 12 - Здатність розробляти, планувати і застосовувати математичні методи в аналізі, моделюванні функціонування живих організмів, систем і процесів в біології та медицині.

ФК 14 - Здатність проводити експерименти за заданими технічними та медичними методиками, виконувати комп'ютерну обробку, аналіз і синтез отриманих результатів.

Програмними результатами навчання після вивчення дисципліни «Радіаційна безпека» є (ОП введено в дію Наказом ректора НОН/89/2021 від 19.04.2021 р.):

ПРН 6 - Знання методів дослідження об'єктів, аналізу і обробки експериментальних даних.

ПРН 13 - Використання методів і засобів систематизації та обробки експериментальної інформації.

ПРН 22 - Використання методів статистичної обробки, моделювання та симуляції процесів і систем фізичної та біологічної природи у біомедичній інженерії.

ПРН 28 - Використання баз даних, математичного і програмного забезпечення для обробки даних та комп'ютерного моделювання біотехнічних систем.

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

Навчальна дисципліна «Радіаційна безпека» має міждисциплінарний прикладний характер.

Вона інтегрує відповідно до свого предмету знання з інших навчальних дисциплін: фізики, біофізики, вищої математики, анатомії та фізіології людини тощо. За структурно-логічною схемою програми підготовки фахівця дисципліна «Радіаційна безпека» тісно пов'язана з іншими дисциплінами загальної та професійної підготовки: «Біофізика», «Основи клінічної інженерії та радіології». Їй безпосередньо передують дисципліни «Основи клінічної інженерії та радіології».

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

- з циклу професійної підготовки (освітньо-професійна програма «Медична інженерія»): «Біомедичні прилади, апарати і комплекси»;
- з вибіркових дисциплін (освітньо-професійна програма «Медична інженерія»): «Лікувальна медична техніка», «Розробка та експлуатація фізіотерапевтичних медичних приладів», «Лікувально-діагностичні комплекси на основі біофотонних перетворювачів».

3. Зміст навчальної дисципліни

Основні теми, що розглядатимуться в процесі вивчення курсу:

Тема 1. Типи іонізуючого випромінювання.

Тема 2. Взаємодія іонізуючих випромінювання з речовиною.

Тема 3. Дози та одиниці вимірювання іонізуючого випромінювання.

Тема 4. Методи та прилади дозиметрії іонізуючого випромінювання.

Тема 5. Клітинні та органічні ефекти впливу дії іонізуючого випромінювання.

Тема 6. Дозові навантаження та максимально допустимі рівні опромінення.

Тема 7. Нормативно-правові документи в галузі радіаційної безпеки.

Тема 8. Фізико-технічні принципи обладнання та радіаційна безпека для променевої діагностики та терапії.

Тема 9. Модульна контрольна робота

Тема 10. Домашня контрольна робота

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Иванов В. И. Курс дозиметрии : учебник для физич. и физ.-технич. спец. вузов / В.И. Иванов / 4 изд., перераб. и доп. - Москва: Энергоатомиздат, 1988. - 399 с.
http://www.studmed.ru/ivanov-vi-kurs-dozimetrii_4a201af6617.html
2. Гродзинський Д. М. Радіобіологія - К. : Либідь, 2001- 448 с. // <http://www.twirpx.com/file/839255/>
3. Алексеев А. А. и др. ; под ред. А. В. Носовского. Вопросы дозиметрии и радиационная безопасность на атомных электрических станциях. - Славутич : УкрATOMиздат, 1998. - 405 с. // <http://www.twirpx.com/file/1413399/>
3. Костылев В.А., Наркевич Б.Я. Медицинская физика. М.: Медицина, 2008. - 464с. // <http://www.twirpx.com/file/546057/>
4. Тарутин И.Г. Радиационная защита при медицинском облучении. - Мн.: Выщ.шк, 2005. – 335 с.
5. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97): Державні гігієнічні нормативи. ДГН 6.6.1.-6.5.001-98.- Київ, 1998. – 135 с.

Додаткова література (електронні ресурси):

1. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources : International Basic Safety Standards // IAEA Safety Standards Series No. GSR. Part 3. – Vienna : IAEA, 2011. – 303 p.
- 2.Електромагнитное поле радиоволн в онкологии / В.Э. Орел, И.И. Смоленка, С.И. Коровин, А.Ю. Паливец, М.И. Данко, Н.Н. Дзятковская. – К.: Книга плюс, 2005. – 152 с.
3. Яремко З.М. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник / Яремко З.М. – Львів : Видав. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2005. – 300 с.
4. Мурашко В. О., Мечев Д. С., Бардов В. Г., Омельчук С. Т., Рушак Л. В., Ластков Д. О. Радіаційна гігієна: підручник для лікарів-інтернів та лікарів- слухачів. Вінниця .Нова книга. 2013. – 376 с.5.
- 5.Радіаційна безпека населення // Словник – довідник з екології : навч.-метод. посіб. / уклад. О. Г. Лановенко, О. О. Остапішина. — Херсон : ПП Вишемирський В.С., 2013. — С. 150.
6. Кутлахмедов Ю.О., Войціцький В.М., Хижняк С.В. Радіобіологія. Підручник. – К.: ВПЦ «Київський університет, 2011. – 543 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

№ з/п	Тема	Програмні результати навчання	Основні завдання	
			Контрольний захід	Термін виконання
1.	Типи іонізуючого випромінювання.	ПРН 6 ПРН 13 ПРН 22 ПРН 28	Практична робота 1	3-й тиждень
2.	Взаємодія іонізуючого випромінювання з речовиною.	ПРН 6 ПРН 13 ПРН 22 ПРН 28	Практична робота 2	4-й тиждень
3.	Дози та одиниці вимірювання іонізуючого випромінювання.	ПРН 6 ПРН 13 ПРН 22 ПРН 28	Практична робота 3	5-й тиждень
4.	Методи та прилади дозиметрії іонізуючого випромінювання.	ПРН 6 ПРН 13 ПРН 22 ПРН 28	Практична робота 4	6-й тиждень
5.	Клітинні та органічні ефекти впливу дії іонізуючого випромінювання.	ПРН 6 ПРН 13 ПРН 22 ПРН 28	Практична робота 5	7-й тиждень
6.	Дозові навантаження та максимально допустимі рівні опромінення.	ПРН 6 ПРН 13 ПРН 22 ПРН 28	Практична робота 6	8-й тиждень
7.	Нормативно-правові документи в галузі радіаційної безпеки.	ПРН 6 ПРН 13 ПРН 22 ПРН 28	Практична робота 7	9-й тиждень
8.	Фізико-технічні принципи обладнання та радіаційна безпека для променевої діагностики та терапії.	ПРН 6 ПРН 13 ПРН 22 ПРН 28	Практична робота 8	10-й тиждень
9.	Модульна контрольна робота	ПРН 7	Написання МКР	11-й тиждень

		ПРН 28		
10.	Домашня контрольна робота	ПРН18	Оформлення та надсилання роботи	12-13-й тиждень

6. Самостійна робота студента

Одним з основних видів семестрового контролю під час опанування навчальної дисципліни «Радіаційна безпека» є виконання домашньої контрольної роботи. Домашня контрольна робота виконується згідно з вимогами, у термін, зазначений викладачем.

Основна ціль розрахунково-графічної роботи – вирішення практичної задачі з використанням засвоєного на лекціях та самостійно теоретичного матеріалу, та практичних навичок, отриманих на практичних роботах. Студент може писати домашню контрольну роботу тільки на погоджену з викладачем тему.

Приблизна тематика домашньої контрольної роботи:

- №1 Фізико-технічні принципи термолюмінесцентної дозиметрії.
- №2 Індивідуальна дозиметрія в медичних закладах.
- №3 Методи мікро- та нанодозиметрії.
- №4 Методи виміру радіоактивних аерозолей та газів.
- №5 Конструкція клінічних дозиметрів.
- №6 Конструкція індивідуальних дозиметрів.
- №7 Повірка та градуїровка дозиметрів.

Титульний аркуш домашньої контрольної роботи повинен мати такий зміст: назва університету; назва факультету; назва кафедри; назва спеціальності, назва освітньо-професійної програми, 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 (основні теми, що вивчалися), їх підрозділи (за потребою), 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 15 до 25 сторінок основного тексту (за узгодженням з викладачем). Обсяг домашньої контрольної роботи визначається вмінням студента стисло і водночас вичерпно пояснити отримані результати.

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; правильності формулювання заключень отриманих результатів та висновків; оформлення; обґрунтування власної думки студента з цього питання у вигляді висновку.

Граничний термін подання домашньої контрольної роботи на перевірку: 12-13-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

Відвідування лекційних занять не є обов'язковим. Відвідування практичних занять є бажаним, оскільки на них відбувається написання експрес-контрольних робіт / тестових завдань, а також відбувається пояснення виконання наступних практичних робіт та їх здача.

Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички.

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 та експрес-контрольних 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 кожен практичну роботу)	Несвоєчасне виконання та захист практичної роботи	Від -0,5 бали до -3 балів (залежить від терміну здачі)
Проходження дистанційних курсів за темами, які узгоджені з викладачем	5 балів	Несвоєчасне виконання та здача ДКР	Від -2 балів до -10 балів (залежить від терміну здачі)
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 «Радіаційна безпека» 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 усної співбесіди з викладачем за пройденими темами може отримати оцінки за контрольні заходи, які передбачені за вивченими темами (експрес-контрольні / тестові завдання, практичні роботи).

Виконання практичних робіт, а також виконання домашньої контрольної роботи, 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 англійськомовних 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.	Експрес-контрольні роботи / тестові завдання	21	1,5	14	21
2.	Виконання та захист практичних робіт	21	3	7	21
3.	Модульна контрольна робота	8	8	1	8
4.	Домашня контрольна робота	10	10	1	10
5.	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	≥ 12 балів	≥ 24 бали	
	Виконання практичних робіт	ПР №№1-4	+	+
		ПР №№5-7	-	+
	Експрес-контрольні роботи / тестові завдання	Мінімум по 4 будь-яким лекціям	+	-
		Мінімум по 10 будь-яким лекціям	-	+
	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	Отримання позитивної оцінки за виконану домашню контрольну роботу	Більше 6 балів
3	Захищено всі практичні роботи	Більше 0 балів
4	Написання не менше 6 експрес-контрольних робіт / тестових завдань	Більше 6 балів

Результати оголошуються кожному студенту окремо у присутності на контрольному заході або в дистанційній формі (е-поштою). 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 усній 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.

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 усної співбесіди з викладачем за пройденими темами може отримати оцінки за контрольні заходи, які передбачені за вивченими темами (експрес-контрольні / тестові завдання, практичні роботи).

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професором кафедри біомедичної інженерії, д.б.н., Орлом Валерієм Еммануїловичем

Ухвалено кафедрою біомедичної інженерії (протокол № ___ від 25 червня 2021р.)

Погоджено Методичною комісією факультету біомедичної інженерії (протокол № __ від 27 серпня 2021р.)

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

1. Основні властивості іонізуючого випромінювання, дози та одиниці їх вимірювання.
2. Чим відрізняється ефект збудження від іонізації?
3. Навести відсотковий розподіл доз опромінення людини.
4. Дати визначення корпускулярному та електромагнітному випромінюванням.
5. Проаналізувати різницю між Комптон та фотоелектричним ефектами.
6. Навести визначення ефекту анігіляції.
7. Проаналізувати типи іонізуючого випромінювання.
8. Обґрунтувати ефекти взаємодії іонізуючого випромінювання з речовиною.
9. Проаналізувати особливості взаємодії нейтронного випромінювання з речовиною.
10. Навести принципи роботи дозиметрів для реєстрації іонізуючого випромінювання.
11. Природні джерела електромагнітних полів та іонізуючого випромінювання.
12. Штучні джерела електромагнітних полів та іонізуючого випромінювання.
13. Параметри іонізуючого випромінювання.
14. Що уявляє собою гальмівне рентгенівське випромінювання. Основні властивості.
15. Утворення та взаємодія альфа-частинок з речовиною.
16. Утворення та взаємодія бета-частинок з речовиною.
17. Утворення та взаємодія гамма випромінювання з речовиною.
18. Навести опис та характеристики джерел випромінювання іонізуючою радіацією.
19. Написати критерії поглинених доз та їхніх величини: низька, висока та середня.
20. Визначення і одиниці вимірювання еквівалентної дози іонізуючого випромінювання.
21. Проаналізувати послідовність процесів, які ведуть до радіаційного пошкодження.
22. Навести залежність середньої тривалості життя людини від величини поглинутої дози.
23. Проаналізувати ефект дії радіації на воду.
24. Проаналізувати ефект дії радіації на нуклеїнові кислоти.
25. Проаналізувати ефект дії радіації на білки.
26. Проаналізувати ефект дії радіації на ліпіди.
27. Дати визначення відносної біологічної ефективності опромінення.
28. Проаналізувати принципи біологічної дії іонізуючого опромінення.
29. Роз'яснити імовірний характер радіобіологічних ефектів.
30. У чому полягає радіопротекторний ефект та механізм його дії?
31. Дати пояснення первинним та вторинним процесам у формуванні радіаційного ураження клітин та організмів.
32. Дати визначення відносної біологічної ефективності опромінення.
33. Проаналізувати принцип теорії мішені.
34. У чому полягає правило (закон) Бергоньє — Трібондо?
35. Дайте визначення закону радіобіології Х.Р. Уітерса 4R.
36. Біологічна дозиметрія.
37. Назвати принципи лікування при радіаційному ураженні.
38. Чим відрізняються стохастичні ефекти радіації від детермінованих?
39. Дати визначення - летальної дози 50/30.
40. Назвати принципи лікування при радіаційному ураженні.
41. Чим обумовлена різна чутливість до випромінювання різних органів організму?
42. Навести фізико-технічні принципи рентгенодіагностичних систем.

43. Які існують критерії якості діафрагмування рентгенівського випромінювання?
44. Принцип реєстрації рентгенівського зображення.
45. Проаналізувати якість медичного рентгенівського зображення.
46. Навести концепцію цифрового зображення.
47. Принцип роботи системи "екран-плівка".
48. Навести фізико-технічні принципи одержання зображення у рентгенівській комп'ютерній томографії.
49. Проаналізувати вимоги до радіаційної безпеки в рентгенодіагностиці.
50. Навести фізичні основи ядерного магнітного резонансу (МРТ).
51. Безпека при МРТ-діагностиці.
52. Проаналізувати методи одержання радіонуклідів.
53. Описати фізико-технічні принципи гама-камер.
54. Радіаційна безпека у ядерній медицині.
55. Фізико-технічні принципи променевої терапії.
56. Радіаційна безпека в променевої терапії.
57. Розкрити зміст «Норм радіаційної безпеки України» (НРБУ-97).
58. Навести основні регламентовані величини НРБУ-97.
59. Навести величини та одиниці, що використовуються згідно з НРБУ-97.
60. Навести перелік основних стандартів МАГАТЕ з радіаційної безпеки.
61. Навести нормативні рівні максимального дозового навантаження опромінення.
62. Навести основи радіаційного захисту пацієнтів у рентгенодіагностиці.
63. Навести основи радіаційного захисту пацієнтів у ядерній медицині.
64. Навести основи радіаційного захисту пацієнтів у променевої терапії.
65. Які уроки винесено з попередніх аварій при медичному опроміненні?
66. Проаналізувати вимоги до радіаційного контролю у кабінетах та відділеннях для променевої діагностики та терапії.
67. Проаналізувати вимоги з радіаційного захисту персоналу.
68. Навести опис та малюнок пристрою для блокування і сигналізації приміщень, де використовується іонізуюча радіація.
69. Навести методи визначення променевих навантажень на пацієнтів.
70. Визначення та одиниці вимірювання колективної дози опромінення.
71. Проаналізувати шляхи зменшення доз, отриманих пацієнтами.
72. Навести вимоги до радіаційного захисту пацієнтів.
73. Яка величина мінімальної зареєстрованої дози іонізуючого випромінювання та який метод дозиметрії для цього використовується.
74. Основні завдання Державної інспекції ядерного регулювання України.
75. Навести приклади ліквідації аварій при медичному опроміненні.
76. Проаналізувати вимоги до кабінетів променевої терапії.
77. Проаналізувати вимоги до кабінетів променевої діагностики.
78. Як впливає неіонізуюче випромінювання на організм людини? Яка межа безпечної дози неіонізуючого випромінювання мобільних телефонів?