

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский национальный исследовательский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского»

Факультет nano- и биомедицинских технологий

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебно-методической работе,
Профессор

Е.Г. Елина

« 31 » 08 2016 г.

Рабочая программа дисциплины

РАДИАЦИОННАЯ ФИЗИКА

Направление подготовки бакалавриата
03.03.02 «Физика»

Профиль подготовки бакалавриата
«Медицинская физика»

Квалификация (степень) выпускника
бакалавр

Форма обучения
очная

Саратов, 2016 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Радиационная физика» является формирование у студентов комплекса профессиональных знаний, умений и практических навыков, необходимых для самостоятельных исследований, разработок и применения медицинской аппаратуры, использующей ионизирующие излучения.

Задачами изучения курса является:

- формирование и углубление знаний о фундаментальных физических принципах определяющих природу ионизирующих излучений и их взаимодействия с веществом, включая биологические объекты;
- формирование умений в соответствии с общепризнанными подходами, составлять схему всех стадий воздействия ионизирующего излучения, а также умения прогнозирования хода воздействия определенного вида излучения в зависимости от частоты, мощности излучения и его экспозиции;
- формирование навыков владения методами получения ионизирующего излучения, его детектирования и контроля, а также ознакомление с методами диагностики и терапии, основанными на использовании проникающих ионизирующих излучений.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Радиационная физика» относится к базовой части блока Б1.Б «Дисциплины (модули)» изучается студентами дневного отделения направления «Физика» профиля «Медицинская физика» в 8 семестре. Материал дисциплины опирается на ранее приобретенные знания по Органической химии, Математике, Физиология человека и животных, Основы диагностики патологических состояний, Экспериментальные методы молекулярной биологии, Моделирование биологических процессов и систем и подготавливает студентов к написанию выпускной квалификационной работы, а также позволяет студенту получить углубленные знания и навыки для успешной профессиональной деятельности.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины «Радиационная физика» формируются следующие компетенции: ОПК-1, 3, 4, ПК-2.

ОПК-1. Способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке). Компетенция формируется в части формирования способности использования базовых теоретических знаний по биохимии и биофизике при работе с современной научной литературой, пользоваться справочной информацией по воздействию электромагнитного излучения на биологические объекты.

ОПК-3. Способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач. Компетенция формируется в части навыков анализа результатов

и прогнозов развития воздействия ионизирующего излучения на биологические объекты, химические реакции и физические среды.

ОПК-4. Способность понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, осознавать опасность и угрозу, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности. Компетенция формируется в части способности оценки экологической безопасности для определенного вида излучения, в аспекте градации его по мощности, частоте и экспозиции воздействия.

ПК-2. Способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта. Компетенция формируется в части понимания современного уровня техники использующей ионизирующее излучение, а также понимание методов и технологий защиты от воздействия ионизирующего излучения.

В результате изучения дисциплины обучающийся студент-бакалавр должен:

- знать физические процессы, лежащие в основе возникновения ионизирующих излучений (рентгеновского, радиоактивного, нейтронного) и их взаимодействия с веществом, в т.ч. с биообъектами; существующие природные и искусственные источники ионизирующих излучений, методы измерения параметров ионизирующих излучений; основные закономерности действия ионизирующих излучений разных энергий и видов на биологическую среду и их применение для диагностики и терапии; основы дозиметрии, метрологии и меры безопасности при использовании ионизирующих излучений.
- уметь объяснять физические и технические способы управления характеристиками ионизирующих излучений; оптимизировать условия облучения и рассчитать дозовую нагрузку организма;
- владеть способами формирования радиационных полей для воздействий на биообъекты; методами расчета дозовых нагрузок

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации
				Лек	Лаб	Пр	СРС	
1.	Введение	8	1	1		1	1	
2.	Основы физики ионизирующих излучений	8	2,3	5		5	3	Устный опрос на практическом занятии
3.	Механизмы взаимодействия проникающих излучений с веществом.	8	4,5	5		5	4	Устный опрос на практическом занятии
4.	Источники и методы регистрации	8	6,7	5		5	4	Устный опрос на

	проникающих излучений							практическом занятии
5.	Физические основы радиобиологии и радиационной медицины	8	8-10	5		5	4	Устный опрос на практическом занятии
6.	Основы дозиметрии и защиты от излучения	8	11-13	5		5	4	Устный опрос на практическом занятии
	Итого:			26		26	20	Зачет, реферат

Содержание дисциплины

Введение. Задачи радиационной медицинской интроскопии, методы радиоизотопной, рентгеновской и магнитно-резонансной интроскопии. Задачи и методы воздействия на биологические ткани ионизирующими излучениями.

Раздел 1. Основы физики ионизирующих излучений

Рентгеновское излучение, тормозное и характеристическое. Комптон-эффект. Рассеяние заряженных частиц, формула Резерфорда. Эффективные сечения. Размеры и форма ядер. Энергия связи ядер. Дефект массы. Устойчивость ядер. Основные свойства ядерных сил. Магнитный (спиновый) момент ядер, ядерный магнитный резонанс. Ядерные реакции. Радиоактивный распад ядер. Альфа- и бета-излучение. Радиоактивные ряды. Гамма-излучение ядер. Ядерная изомерия. Реакции деления тяжелых ядер и синтеза легких ядер как источник нейтронного излучения.

Раздел 2. Механизмы взаимодействия проникающих излучений с веществом

Прохождение заряженных частиц через вещество. Прохождение рентгеновских и γ -квантов через вещество. Прохождение нейтронов через вещество. Перенос излучения. Кинетические уравнения.

Раздел 3. Источники и методы регистрации проникающих излучений

Источники и методы исследования характеристик проникающих излучений. Изотопные источники заряженных частиц и γ -квантов. Источники нейтронов. Ускорители заряженных частиц. Тормозное и синхротронное излучение. Методы регистрации проникающих излучений.

Раздел 4. Физические основы радиобиологии и радиационной медицины

Классификация видов излучений по типу взаимодействия с биологической средой. Первичные процессы поглощения энергии ионизирующего излучения в биологической среде. Радиоллиз воды и его влияние на биохимические реакции. Основные закономерности действия ионизирующего излучения разных энергий и видов на макромолекулы, клетки, организм. Применение ионизирующих излучений в диагностике и терапии.

Раздел 5. Основы дозиметрии и защиты от излучения

Качество излучения. Эффективная и эквивалентная дозы. Формирование дозных полей и планирование радиационной терапии. Оптимизация условий облучения. Защита, дозиметрия и контроль при облучении. Метрология и безопасность при использовании ионизирующих излучений.

5. Образовательные технологии

При реализации различных видов учебной работы по данной дисциплине с целью создания условий для самоактуализации и самореализации обучающихся, предоставления возможностей для конструирования собственного знания, используются следующие современные образовательные технологии:

- лекционные занятия,
- практические занятия,
- самостоятельная внеаудиторная работа,
- встречи с известными специалистами и экспертами,

- исследовательские методы в обучении,
- проблемное обучение,
- информационно-коммуникационные технологии,
- проблемное обучение,
- творческие задания;
- дискуссии на заданную тему.

При проведении лекционных занятий используется ПК, мультимедийный проектор и интерактивный экран. На лекционных занятиях проводятся экспресс - опросы по пройденному материалу и дискуссии на тему, предложенную для самостоятельной проработки.

Часть лекций происходит в форме лекции-беседы, позволяющей привлечь внимание студентов к наиболее важным вопросам темы и определяющей темп изложения учебного материала с учетом особенностей студентов.

Методы обучения, применяемые при изучении дисциплины, способствуют закреплению и совершенствованию знаний, овладению умениями и получению навыков в области статистических методов оценки качества продукции и регулирования технологических процессов.

Содержание учебного материала диктует выбор методов обучения:

- информационно-развивающие – лекция, объяснение, демонстрация, решение задач, самостоятельная работа с рекомендуемой литературой;
- проблемно-поисковые и исследовательские – самостоятельная проработка предлагаемых проблемных вопросов по дисциплине.

При проведении части лабораторных занятий в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой (компьютером, проектором и интерактивным проектором), излагаются и анализируются творческие задания.

Примерная тематика практических занятий (семинаров)

	Тема	Время в часах	План
1	Основы физики ионизирующих излучений	8	Рентгеновское излучение, тормозное и характеристическое. Комптон-эффект. Рассеяние заряженных частиц, формула Резерфорда. Эффективные сечения
2	Механизмы взаимодействия проникающих излучений с веществом.	4	Прохождение заряженных частиц через вещество. Прохождение рентгеновских и γ -квантов через вещество.
3	Источники и методы регистрации проникающих излучений	4	Изотопные источники заряженных частиц и γ -квантов. Ускорители заряженных частиц. Методы регистрации проникающих излучений.
4	Основы дозиметрии и защиты от излучения	4	Теория мишени. Вероятностные и физические модели. Качество излучения. Эффективная и эквивалентная дозы. Метрология и безопасность при использовании ионизирующих излучений.
	Итого	20	

Примечание:

Темы для семинарских занятий выбираются и конкретизируются преподавателем, ведущим семинары, по согласованию с преподавателем, читающим лекции.

Условия обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья:

- предоставление инвалидам по зрению или слабовидящим возможностей использовать крупноформатные наглядные материалы;
- организация коллективных занятий в студенческих группах с целью оказания помощи в получении информации инвалидам и лицам с ограниченными возможностями по здоровью;
- проведение индивидуальных коррекционных консультаций для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья;
- использование индивидуальных графиков обучения;
- использование дистанционных образовательных технологий.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов по дисциплине «Радиационная физика» проводится в течение 8 семестра и заключается в чтении и изучении литературы, подготовке к лекциям и практическим (семинарским) занятиям, к реферативным работам, в выполнении заданий лектора, работе в компьютерном классе или библиотеке.

Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателей (консультации и помощь при выполнении домашних заданий) и индивидуальную работу студента в компьютерном классе или библиотеке.

Студенты должны регулярно прорабатывать рекомендуемую лектором литературу, изучать теорию, разбирать примеры решения типичных задач и упражнений, и самостоятельно решать заданные на дом задачи.

Рекомендуется:

- для качественного усвоения материала лекций разбирать вопросы, изложенные в каждой очередной лекции, до следующей, по непонятым деталям консультироваться у лектора, читать соответствующую литературу;
- при подготовке к семинарским занятиям пользоваться рекомендациями преподавателя, ведущего семинары, готовить краткий конспект по вопросам темы, изучать рекомендуемую основную и дополнительную литературу;
- при подготовке к контрольной работе пользоваться лекциями и рекомендованной литературой;
- задания, которые даются лектором во время лекции по отдельным вопросам, обязательны для выполнения, и качество их выполнения будет проверяться во время зачета и экзамена.

При реализации программы дисциплины «Радиационная физика» студентам предлагается в течение семестра подготовить доклад по выбранной теме из

разделов дисциплины. При написании реферата необходимо использовать материал прочитанных лекций.

Промежуточная аттестация проводится в форме теоретического зачета.

Перечень заданий самостоятельной работы, предлагаемых студентам в ходе чтения лекций:

1. Радиоактивный распад ядер. Радиоактивные ряды.
2. Альфа, бета и гамма-излучение ядер. Гипотеза в основе опыта Резерфорда.
3. Прохождение нейтронов через вещество.
4. Источники нейтронов.
5. Нейтрино.
6. Бозон Хиггса.
7. Тормозное и синхротронное излучение.
8. Дозиметрия и экологический аспект при использовании ионизирующих излучений.

Вопросы для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (в форме зачета)

1. Рентгеновское излучение, тормозное и характеристическое. Комптон-эффект.
2. Рассеяние заряженных частиц, формула Резерфорда. Эффективные сечения. Размеры и форма ядер.
3. Энергия связи ядер. Дефект массы. Устойчивость ядер. Основные свойства ядерных сил.
4. Магнитный (спиновый) момент ядер, ядерный магнитный резонанс.
5. Ядерные реакции. Причины радиационной активации биологических тканей.
6. Радиоактивный распад ядер. Альфа- и бета-излучение. Радиоактивные ряды.
7. Гамма-излучение ядер. Ядерная изомерия. Ядерный фотоэффект.
8. Реакции деления тяжелых ядер и синтеза легких ядер. Возникновение нейтронного излучения.
9. Механизмы взаимодействия проникающих излучений с веществом. Прохождение заряженных частиц через вещество. Прохождение рентгеновских и γ -квантов через вещество. Прохождение нейтронов через вещество.
10. Источники и методы исследования проникающих излучений. Изотопные источники заряженных частиц и γ -квантов. Источники нейтронов. Ускорители заряженных частиц. Тормозное и синхротронное излучение. Методы регистрации проникающих излучений.
11. Первичные процессы поглощения энергии ионизирующего излучения в биологической среде. Экспериментальные и теоретические методы определения основных характеристик передачи и поглощения энергии ионизирующего излучения биологическим объектам.
12. Основные закономерности действия ионизирующего излучения разных энергий и видов на макромолекулы, клетки. Относительная биологическая эффективность.
13. Репарация и восстановление повреждений. Модификация.
14. Стадии действия ионизирующего излучения на биологические объекты. Временные и пространственные масштабы. Прямое и косвенное действие ионизирующего излучения.
15. Физические механизмы повреждения биоструктур под действием ионизирующего излучения. Концепция ЛПЭ. Микродозиметрический подход. Структура трека. Миграция энергии.
16. Особенности размена энергии, радиационно-химического и биологического действия медленных тяжелых заряженных частиц. Относительная роль упругих и неупругих процессов передачи энергии веществу в радиационно-химических, радиационно-физических и радиобиологических эффектах.
17. Биофизическое моделирование радиобиологических эффектов. Теория мишени. Принцип попадания. Вероятностные и физические модели.

18. Закономерности биологического действия нейтронов. Размен энергии нейтронов в тканеэквивалентном веществе. Нейтроны в терапии опухолей. Нейтроно-соударная и нейтроно-захватная терапии.
19. Механизм и физико-химические последствия распада радионуклидов. Оже-излучатели в свободном и связанном состояниях. Трансмутации. Ядра отдачи. Генетические и летальные эффекты распада и инкорпорированных изотопов. Относительные роли излучения и трансмутаций.
20. Действие ионизирующего излучения на органы и организм. Реакции отдельных органов и организма в целом. Стохастические и нестохастические эффекты.
21. Биофизические подходы к определению степени воздействия ионизирующего излучения на организм. Качество излучения. Эффективная и эквивалентная дозы.
22. Отдаленные последствия облучения организма. Внешнее и внутреннее облучения. Оптимизация условий облучения.
23. Дозиметрия и контроль при облучении. Метрология и безопасность при использовании ионизирующих излучений.
24. Комбинированное действие. Концепции риска. Радиобиологические основы применения ионизирующего излучения в терапии.

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
8	20	0	20	20	0	10	30	100

Программа оценивания учебной деятельности студента

Лекции

Устный опрос, активность и умение выделять главную мысль, участие в дискуссии в рамках обсуждаемой темы лекционного занятия – от 0 до 20 баллов.

Лабораторные занятия

Не предусмотрены.

Практические занятия:

Посещаемость, опросы и выполнение заданий – от 0 до 20 баллов:

- посещаемость от 20 до 50% - 5 баллов;
- посещаемость от 51 до 80% - 10 баллов;
- выполнение всех заданий, задаваемых преподавателем – 10 баллов.

Самостоятельная работа

Выполнение домашних заданий, правильное решение задач и упражнений – от 0 до 20 баллов.

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности:

Научно-исследовательская и методическая деятельность по дисциплине, блиц-опрос, контрольный опрос, итоговое тестирование и пр. - от 0 до 10 баллов

Промежуточная аттестация

Зачет - от 0 до 30 баллов:

- ответ на «зачтено» – **16-30 баллов**
- ответ на «не зачтено» – **0-15 баллов**

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за один семестр по дисциплине «Радиационная физика» составляет 100 баллов.

Пересчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Радиационная физика» в оценку (зачет) осуществляется в соответствии с таблицей 2:

Таблица 2. Пересчет полученной студентом суммы баллов в оценку (зачет)

60 баллов и более	«зачтено»
менее 60 баллов	«не зачтено»

Текущие индивидуально набранные студентами баллы доводятся до их сведения 2 раза за семестр: - в конце 4 и 9 недель обучения.

Оценка (зачет) студентам, успешно прошедшим обучение по дисциплине, может быть проставлена без сдачи ими теоретического зачета на основании рейтинговой оценки по решению преподавателя.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Сивухин Д. В. Общий курс физики : учеб. пособие для вузов : в 5 т. / Д. В. Сивухин. - 3-е изд., стер. - М. : ФИЗМАТЛИТ. Т. 5 : Атомная и ядерная физика. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 782 с. (В НБ СГУ 15 экз.)

Дополнительная литература:

2. Тараканов А.В, Сучков С.Г. Физика атомного ядра и элементарных частиц. Учеб. пособие для студ. естеств. фак-тов университетов, часть 1, Изд-во Саратов. ун-та, 2004. (В НБ 12 экз.)
3. Радиобиология человека и животных: учеб. пособие / С. П. Ярмоненко, А. А. Вайнсон. - Москва : Высш. шк., 2004. - 548 с. (В НБ СГУ 30 экз.)
4. Черняев А. П. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом : учеб. пособие для вузов с грифом УМО. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2004. - 151с. (3 экз.)

Рекомендуемая литература

1. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения): учебник / Ю. Б. Кудряшов ; под ред. В. К. Мазурика, М. Ф. Ломанова ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2004. - 442 с. Гриф УМО (2 экз.)
2. Методы компьютерной диагностики в биологии и медицине : учеб. пособие / Д. А. Усанов [и др.] ; под ред. Д. А. Усанова ; Саратов. гос. ун-т им. Н. Г. Чернышевского. - Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2007. - 119 с. (5 экз. на кафедре)
3. Сборник задач по дозиметрии и защите от ионизирующих излучений : учеб. пособие для вузов / В. И. Иванов, В. А. Климанов, В. П. Машкович. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергоатомиздат, 1992. - 256 с. (1 экз.)
4. Внимание: радиация! / В. Н. Приезжева, С. В. Кочанов. - Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1997. - 37 с. (1 экз.)
5. Контроль радиационной безопасности / А. И. Заиченко, О. Г. Польский, И. П. Коренков. - М. : Медицина, 1989. - 192 с. (1 экз.) http://library.sgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=NIKA&P21DBN=NIKA&S21STN=1&S21REF=1&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=M=&S21STR=

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Windows XP Prof
2. Microsoft Office профессиональный 2010
3. MathCad 14.0

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

На лекциях по курсу «Радиационная физика» используются различные наглядные пособия: схемы, плакаты, стенды. На семинарах используется справочная литература по математике, общей химии, органической химии и вычислительная техника. При подготовке к лекциям, семинарам и самостоятельной работе студенты пользуются дисплейным классом для выхода в Интернет.

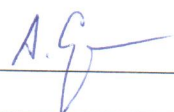
Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению «Физика» с учетом профиля подготовки «Медицинская физика»
Программа одобрена на заседании кафедры медицинской физики от 16 февраля 2011 г., протокол № 9.

Программа одобрена на заседании кафедры медицинской физики от 05.04.2016 г., протокол №9.

Автор:

доцент  А.П. Рытик

Зав. кафедрой медицинской физики,
профессор

 А.В. Скрипаль
« _____ » _____ 2016 г.

Декан факультета нано- и биомедицинских
технологий, профессор

 С.Б. Вениг
« _____ » _____ 2016 г.