

Тема урока: Радиобиология – физика в биомедицине: протонная пушка – прицельный выстрел в опухоль (адресная терапия в онкологии)

Учебно-тематическое планирование

I Теоретический раздел:

I.1 Что такое радиобиология или «как увидеть невидимое», например опухоль, и воздействовать на нее ионизирующим излучением?

I.2 Классическая радиобиология – наука о взаимодействии ионизирующего излучения и биологического вещества. Почему ионизирующее излучение – проникающее?

I.3 Строение атома и виды ионизирующих излучений: электромагнитное излучение – рентгеновское, гамма-излучение. Виды корпускулярного ионизирующего излучения: протоны, ионизированные ядра атомов, электроны. Преимущества и недостатки их использования в медицинской радиологии.

II Практическая часть:

II.1 Что такое трансляционная медицина: слоган «даешь трансляцию фундаментальных физических закономерностей (строение атома и элементарные частицы) в практическую медицину!».

II.2 Протонная пушка и гамма излучение, их применение в медицинской радиологии. Обоснование преимуществ и недостатков их использования при лечении онкологических заболеваний, исходя из фундаментальных физических закономерностей с биологическим веществом.

II.3 Лабораторный практикум в формате симуляционной медицины (виртуальная протонная пушка). Слоган: «прицельно постреляем протонами и другими тяжелыми заряженными частицами по клеткам опухоли». Количественная оценка избирательности эффекта воздействия ионизирующего излучения (потоками тяжелых заряженных частиц). Почему вышележащие ткани (по отношению к опухоли расположенные в глубине организма) поражаются существенно меньше, чем клетки самой опухоли? Что такое пик Брегга и практическая значимость данного фундаментального физического понятия в практической медицине (онкологии).

Технологический формат и содержание разделов урока «Радиобиология – физика в биомедицине: протонная пушка – прицельный выстрел в опухоль (адресная терапия в онкологии)».

Табл. 1

Технологический формат и содержание разделов урока

№ п/п	Содержание	Время (мин)	Результат	Ресурсы
I.1	Что такое радиобиология (перенос фундаментальных закономерностей раздела физики « строения атома и элементарной частицы » в практическую медицину или как «увидеть невидимое» (причину патологии) и суметь на нее воздействовать? Содержание дисциплины - медицинская радиобиология – область знаний фундаментальные взаимодействия излучения и вещества и способ их использования в диагностике и лечении заболеваний	3	Учащийся (9-11 кл.) должен понимать, на каких фундаментальных физических закономерностях основана медицинская дисциплина радиобиология и какое прикладное значение имеют данные закономерности в диагностике (рентгеновская компьютерная томография онкологических заболеваний)	Технические средства мультимедийной презентации, желательно наличие плазменной панели. Материалы презентации в графическом редакторе, например Flash
I.2	Классификация ионизирующего излучения. Причины их проникающей способности в биологическое вещество. Способы защиты организма человека от воздействия ионизирующих излучений	4	Понимание, на основе каких фундаментальных закономерностей взаимодействия ионизирующего излучения с веществом разрабатываются способы защиты от их воздействия	Технические средства мультимедийной презентации, желательно наличие плазменной панели
I.3	Изотопы – источники ионизирующих излучений – корпускулярных (тяжелые	5	Понимание, на каких физических принципах	Мультимедийная презентация в графическом

	частицы – протоны, ядра атомов гелия и др. элементов, легкие заряженные частицы – электроны); гамма-излучение – источник ядра атомов; рентгеновское излучение – тормозное, характеристическое		основана классификация ионизирующих излучений и их прикладное значение: в диагностике – рентгеновское излучение; в лучевой терапии – электромагнитного и корпускулярного излучения, их преимущества и недостатки	редакторе Flash. Видеоанимация фундаментальных закономерностей взаимодействия ионизирующего излучения с веществом (по материалам лабораторного в формате симуляционной медицины) – см. ниже
II	Лабораторный практикум – виртуальная модель протонной пушки и навыки ее применения для адресного воздействия на опухоль	15		«Протонная пушка» - реализация модели расчета параметров (скорости тяжелых заряженных частиц и их заряда для избирательного поражения). Требуемые ресурсы: компьютерный класс - ОС Windows 7 и выше, оперативная память не менее 1Гб. Требуемое ПО: Python 3.5
II.1	Трансляционная медицина – система ИТ переноса фундаментальных закономерностей (применительно к задачам онкологии – фундаментальных закономерностей раздела элементарной физики «строение атома и элементарные частицы» в практическую медицину (медицинскую радиологию)).	3	Умения и навыки использования фундаментальных физических закономерностей для решения задач практической медицины (лечение онкологических заболеваний с помощью ионизирующего излучения –	-//-

			предметная область медицинской радиологии)	
П.2	<p>Протонная пушка – и ее преимущества перед источниками гамма-излучения для лечения онкозаболеваний. Почему побочные эффекты (воздействие излучения на прилежащие ткани) минимально по сравнению с гамма-излучением в случае использования протонной пушки? Отечественные разработки в протонной терапии онкозаболеваний (Институт прикладной физики, Нижний Новгород). Преимущества управления протонной пушкой с помощью лазерного излучения. Разработки Нижегородского Института прикладной физики школы акад. РАН А.М. Сергеева в оптимизации протонной терапии.</p>	3	<p>Умения применять знания фундаментальных физических закономерностей управления адресным воздействием протонной пушки на биологическую мишень (опухоль). Понимание преимуществ использования лазерного излучения для оптимизации лучевой терапии онкозаболеваний</p>	-//-
П.3	<p>Лабораторный практикум. Симуляционная медицина – приложение ИТ дополненной реальности в клинике. Фундаментальные физические закономерности взаимодействия тяжелых заряженных частиц с биологическим веществом: дифференциальные ионизационные потери энергии – удельная поглощенная доза и ее зависимость от скорости частиц и их заряда. Что такое пик Брэгга – максимум ионизационных потерь.</p>	9	<p>Приобретение навыков управления протонной пушкой. Умения проводить сравнительный анализ преимуществ и недостатков ионизирующих излучений при лечении опухолей. <u>Примеры (практикума):</u> гамма-излучение – преимущества при</p>	-//-

	<p>Критерий «правильности» наведения протонной пушки на цель – совпадение пика Брэгга с координатой (глубиной) расположения опухоли. Практикум: постановка задач (Дано: глубина расположения опухоли. Найти: скорость потока тяжелых заряженных частиц для адресного воздействия на опухоль (совпадение пика Брэгга с локализацией опухоли). Приложение 1. Лабораторный практикум. Примеры решения задач расчет параметров протонной пушки для избирательного воздействия на опухоль.</p>		<p>поверхностном расположении опухоли, тяжелые заряженные частицы – возможность избирательного воздействия на опухоль в глубине ткани при минимальных побочных эффектах на прилежащие биологические ткани.</p>	
III	<p>Заключение. Миссия – «стык наук» (физики и медицины), тренд персонализированной медицины – медицины будущего</p>	3		<p>Ресурсы мультимедийной презентации</p>

Контингент: ученики 9-11 кл., численность – 15-20 человек.