

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Кафедра медицинской физики с курсом информатики**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
по самостоятельной контактной/внеаудиторной работе  
к практическим занятиям по дисциплине  
Физические основы визуализации медицинских изображений**

Специальность 30.05.02 Медицинская биофизика

Курс 4

Семестр 7, 8

**Уфа 2023**

Рецензенты:

Главный врач

ГБУЗ Республиканский кардиологический центр, к.м.н.,

Николаева И.Е.

Зав. кафедрой общей физики

Уфимского университета науки и технологий,

д.ф.-м.н., профессор

Балапанов М. Х.

Составитель: Хажина С. И.

Утверждена на заседании № 10 кафедры медицинской физики с курсом информатики от «18» апреля 2023 г.

## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 1

### 1. Физические основы интроскопии ультразвуком (УЗ). Доплерография. Основные виды УЗ аппаратов. Выбор методики и аппаратуры при проведении УЗ исследований.

**2. Цель изучения темы:** изучение обучающимися физических законов и принципов, лежащих в основе интроскопии с использованием звуковых волн, а также, ознакомление обучающихся с устройством ультразвуковых аппаратов и методикой УЗ исследований.

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен **знать**:

- основами теории взаимодействия тканей организма с упругими волнами;
- основными принципами ультразвуковой визуализации;
- устройством аппаратов УЗИ и методикой УЗ исследований.

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен **владеть и уметь**:

- пользоваться учебной, научной, научно-популярной литературой для профессиональной деятельности.

-обладать знаниями основ физики, элементарной и высшей математики в объеме школьной программы, а также уметь применять эти знания для решения практических задач;

- иметь навыки работы с первоисточниками;

- и овладеть следующими **компетенциями**: УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.3)

**3. Ознакомиться с теоретическим материалом по теме** занятия с использованием конспектов лекций и рекомендуемой учебной литературы и интернет-ресурсов.

**4. Задания для самостоятельной контактной работы обучающихся по указанной теме:**

- 1) Метод УЗ-визуализации организма
- 2) Эффект Доплера
- 3) Что такое прямой и обратный пьезоэффект?
- 4) Получение 3D изображения органов
- 5) Недостатки УЗ-диагностики организма

**5. Проверить свои знания с использованием тестового контроля:**

#### Тест

1. КОТОРОЕ ИЗ ПЕРЕЧИСЛЕННЫХ УТВЕРЖДЕНИЙ НЕПРАВИЛЬНОЕ:

- 1) Под влиянием переменного электрического поля пьезоэлектрический преобразователь генерирует ультразвук
- 2) Под влиянием ультразвука на гранях пьезоэлектрического преобразователя возникает электрический заряд
- 3) Под влиянием постоянного электрического поля пьезоэлектрический преобразователь генерирует ультразвук
- 4) Под влиянием переменного электрического поля пьезокристалл совершает механические колебания

2. СУТЬ ЭФФЕКТА ДОПЛЕРА ЗАКЛЮЧАЕТСЯ:

- 1) в изменении частоты звука вследствие относительного движения источника и приемника звука
- 2) в становлении угла нутации функцией глубины
- 3) в возникновении поперечной разности потенциалов

3. ДАТЧИК – ЭТО УСТРОЙСТВО ДЛЯ:

- 1) передачи информации
- 2) съема информации
- 3) преобразования измеряемой величины в сигнал удобный для передачи
- 4) усиления электрического тока
- 5) усиления электрического напряжения

4. К ГЕНЕРАТОРНЫМ ОТНОСЯТСЯ ДАТЧИКИ:

- 1) вырабатывающие под воздействием измеряемого сигнала напряжение или ток
- 2) в которых под воздействием измеряемого сигнала изменяется емкость
- 3) в которых под воздействием измеряемого сигнала изменяется омическое сопротивление
- 4) в которых под воздействием измеряемого сигнала изменяется индуктивность
- 5) в которых под воздействием сигнала изменяется какой - либо параметр

## 5. УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ТОМОГРАФИЯ-ЭТО:

- 1) метод позволяющий оценить прохождение крови через ткани организма
- 2) метод диагностики с помощью регистрации отраженных от внутричерепных структур ультразвуковых волн в плоскости их эмиссии в полость черепа
- 3) метод, основанный на применении радиофармпрепаратов, который позволяет строить трёхмерную реконструкцию функциональных процессов, происходящих в организме
- 4) метод получения изображения просвета сосудов при помощи УЗИ

## 6. КАКОВА СКОРОСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКА В ТКАНЯХ ЧЕЛОВЕКА ПРИ НОРМАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ:

- 1) 1860м/с
- 2) 1540м/с
- 3) 840м/с
- 4) 2350м/с

## 7. СКОРОСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКА ЗАВИСИТ ОТ:

- 1) упругих свойств среды
- 2) плотности среды
- 3) все варианты верны

## 8. КАКОВА КОЛЕБАТЕЛЬНАЯ ЧАСТОТА УЛЬТРАЗВУКА:

- 1) 10000 Гц
- 2) свыше 20000 Гц
- 3) 15000 Гц
- 4) все варианты верны

## 6. Литература (см. в приложении).

## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 2

### 1. Термография. Формирование медицинских изображений

**2. Цель изучения темы:** изучить законы теплового излучения тел и оценить практические возможности термографии как неинвазивного метода наблюдения и лечения больных.

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен **знать**:

- законы теплового излучения;
- природу инфракрасных и ультрафиолетовых лучей;
- технику безопасности при облучении инфракрасным и ультрафиолетовым излучением
- применение в медицине,

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен **владеть и уметь**:

- оценить результаты данных, полученных с помощью контактной холестерической термографии и телетермографии;

- решать стандартные задачи о тепловом излучении;

- и овладеть следующими **компетенциями**: УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-

1.3)

**3. Ознакомиться с теоретическим материалом** по теме занятия с использованием конспектов лекций и рекомендуемой учебной литературы и интернет-ресурсов.

### 4. Задания для самостоятельной контактной работы обучающихся по указанной теме:

1. Перечислите известные вам источники света.
2. Является ли спектр лампочки накаливания непрерывным?
3. Какие операции нужно проделать с крупницей вещества, чтобы узнать её химический состав при помощи спектрального анализа?
4. Может ли быть равновесным излучение, возникающее за счёт химических реакций? Если не может, то почему?
5. Что собой представляет инфракрасное излучение?
6. В чем специфичность ультрафиолетового излучения?
7. Почему сушить окрашенные изделия лучше не в печах, а в инфракрасных сушилках?

8. Почему в облачную погоду на улице тепло?
9. Для чего спецодежду сталеваров покрывают прочным слоем фольги?
10. Почему в горах можно загореть значительно быстрее?
11. Осенью в садах белят стволы, а иногда и ветви деревьев. Для чего это делают?
12. Почему сварщики во время работы должны предохранять глаза темным стеклом?
13. Ртутные лампы ультрафиолетового излучения делают из кварцевого, а не из обычного стекла. Для чего?
14. Почему глаз зрительно не воспринимает волн короче 0,4 мкм?

**5. Проверить свои знания с использованием тестового контроля:**

- 1). Объяснить природу теплового излучения.
- 2). Что такое спектральная плотность энергетической светимости?
- 3). Что такое монохроматический коэффициент поглощения?
- 4). Какие тела называются черными, абсолютно черными. Серыми?
- 5). Объясните законы Кирхгофа и Стефана-Больцмана.
- 6). Почему закон Вина называется законом смещения?
- 7). Объяснить смысл формулы Планка.
- 8). Каково значение излучения Солнца? Его характеристика.
- 9). Какие тепловые источники применяются в медицине для лечебных целей?
- 10). В чем заключается метод термографии?
- 11). Что такое тепловизоры?
- 12). Какова природа и свойства ИК- излучения?
- 13). Биологическое действие ИК-излучения и его применение.
- 14). Какова природа и свойства УФ-излучения?
- 15). Биологическое действие УФ-излучения и его применение в медицине.
- 16). Как ИК-излучение Солнца влияет на тепловой баланс Земли?

Тест 1

1. Энергетической светимостью называется:
  - а) энергия излучения, испускаемая 1 м<sup>2</sup> поверхности;
  - б) интенсивность света, излучаемая 1 м<sup>2</sup> поверхности;
  - в) поток излучения, испускаемый 1 м<sup>2</sup> поверхности.
2. Спектральной плотностью энергетической светимости тела называется:
  - а) произведение энергетической светимости к ширине узкого интервала спектра;
  - б) отношение энергетической светимости узкого участка спектра к ширине этого участка;
  - в) отношение ширины узкого участка спектра к энергетической светимости тела.
3. Серым телом называют:
  - а) тело, коэффициент поглощения которого меньше единицы и зависит от длины волны падающего света;
  - б) тело, коэффициент поглощения которого равен единице и не зависит от длины волны падающего света;
  - в) тело, коэффициент поглощения которого меньше единицы и не зависит от длины волны света, падающего на него;
4. Правильное определение закона Кирхгофа:
  - а) при одинаковой температуре отношение спектральной плотности энергетической светимости к монохроматическому коэффициенту поглощения одинаково для любых тел, в том числе и для чёрных;
  - б) при одинаковой температуре отношение спектральной плотности энергетической светимости к коэффициенту поглощения одинаково для любых тел, в том числе и для чёрных;
  - в) при одинаковой температуре отношение спектральной плотности энергетической светимости к длине волны его излучения одинаково для любых тел, в том числе и для чёрных.
5. Правильное определение закона Стефана-Больцмана:
  - а) энергетическая светимость чёрного тела пропорциональна его термодинамической температуре;

- б) энергетическая светимость чёрного тела пропорциональна четвёртой степени его термодинамической температуры;
- в) энергетическая светимость чёрного тела обратно пропорциональна четвёртой степени его термодинамической температуры.
6. Правильное определение закона Вина:
- а) длина волны, соответствующая максимуму излучения абсолютно чёрного тела, пропорциональна его абсолютной температуре;
- б) длина волны, соответствующая максимуму поглощения абсолютно чёрного тела, обратно пропорциональна его абсолютной температуре;
- в) длина волны, соответствующая максимуму излучения абсолютно чёрного тела, обратно пропорциональна его абсолютной температуре;

## Тест 2

1. Какой интервал длин волн соответствует ИК-излучению?
- а) (380-760) нм; б) ( $10^{-2}$ -0,4) мкм; в) (760- $10^6$ ) нм
2. Какой интервал длин волн соответствует УФ – излучению?
- а) 760 нм – 2 мм; б) (380- $10^6$ ) нм; в) (10-400) нм.
3. Выражение закона Кирхгофа:

а)  $\frac{r_\lambda}{\alpha_\lambda} = \varepsilon_\lambda$  ; б)  $r_\lambda \alpha_\lambda = \varepsilon_\lambda$  ; в)  $\frac{\alpha_\lambda}{r_\lambda} = \varepsilon_\lambda$  .

4. Выражение монохроматического коэффициента поглощения:

а)  $r_\lambda = \frac{\Phi_0}{\Phi_i}$  ; б)  $\alpha_\lambda = \frac{\Phi_i}{\Phi_0}$  ; в)  $\alpha_\lambda = \frac{\Phi}{\lambda}$  .

5. Выражение закона Стефана-Больцмана:

а)  $R_e = \lambda \sigma T^4$  , б)  $R_e = \lambda \sigma T$  ; в)  $R_e = \alpha \sigma T^4$

6. Выражение закона Вина:

а)  $\lambda_{\max} = \frac{b}{T}$  ; б)  $\lambda_{\max} = \frac{b}{\alpha T}$  ; в)  $\lambda_{\min} = bT$  .

7. Выражение энергетической светимости тела

а)  $R_e = \int_0^\infty \alpha_\lambda d\lambda$  ; б)  $r_\lambda = \int_0^\infty R_e d\lambda$  ; в)  $R_e = \int_0^\infty r_\lambda d\lambda$  .

- 8) Определить антирадитную зону УФ излучения

а) (200-280) нм; б) (315-400) нм; в) (280-315) нм.

9. Определить наиболее выраженную длину волны эритемной зоны УФ-излучения.

а)  $\lambda=296$  нм; б)  $\lambda=400$  нм; в)  $\lambda=250$  нм.

10. Какая длина волны соответствует зоне бактерицидного действия

а)  $\lambda=296$  нм; б)  $\lambda=320$  нм; в)  $\lambda=253$  нм.

- 4). Решить задачи:

1. Какое количество теплоты излучает  $0,5 \text{ м}^2$  поверхности тела человека за час, если температура воздуха в комнате  $22^\circ \text{ С}$ , а температуру кожи принять в среднем за  $37^\circ \text{ С}$ . Приведённый коэффициент излучения кожи равен  $4,7 \cdot 10^{-8} \text{ Вт/м}^2\text{К}^4$ .

2. Инфракрасные лучи длинноволнового диапазона вызывают ощущение резкой боли при падении на кожу при интенсивности  $6 \text{ Дж/см}^2\text{-мин}$ . На каком расстоянии создаёт ощущение резкой боли лампа мощностью  $1,5 \text{ кВт}$ , если её световой КПД составляет  $3\%$ , а остальная часть энергии расходуется на создание ИК – излучения?

3. Опыт показывает, что облучение куриных яиц в инкубаторе наиболее эффективно при длине волны  $4,1 \text{ мкм}$ . К какой области спектра относится эта длина волны? Какова должна быть температура проволочной спирали в нагревательной лампе? Какое количество энергии излучает в секунду спираль лампы, если её поверхность равна  $20 \text{ мм}^2$ ?

4. Найти температуру печи, если известно, что из отверстия в ней площадью  $S=6 \text{ см}^2$  излучается 7 кал в 1 сек. Считать излучение близким к излучению чёрного тела.
5. Вследствие изменения температуры серого тела максимум спектральной плотности энергетической светимости сместился с  $\lambda_1=2400 \text{ нм}$  на  $\lambda_2=800 \text{ нм}$ . Во сколько раз изменится энергетическая светимость тела?
6. На сколько сместится максимум спектральной плотности энергетической светимости при изменении температуры поверхности тела человека от  $t_1=30^\circ \text{ С}$  до  $t_2=31^\circ \text{ С}$ ? Тело человека считать серым.
7. Определите массу, энергию и импульс фотонов излучения: а) красного ( $\lambda_1=700 \text{ нм}$ ), б) фиолетового ( $\lambda_2=400 \text{ нм}$ ) и в) рентгеновского ( $\lambda_3=0,5 \cdot 10^{-10} \text{ м}$ ).

**Задания для самостоятельной аудиторной/внеаудиторной работы студентов по указанной теме:**

- 1) Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций, рекомендуемой учебной литературы.
- 2) Решить задачи: Сборник задач по медицинской и биологической физике. Ремизов А.Н., Максина А.Г., М., Дрофа, 2013-189 с. № 2.24, 2.29, 2.36, 2.57, 2.58, 2.60, 2.69, 2.78, 2.81, 2.83, 2.88, 2.92, 2.93, 2.94, 2.96, 2.98, 2.101.

**Формы контроля освоения заданий по самостоятельной аудиторной/внеаудиторной работы студентов по данной теме:** тестовые задания и контрольные вопросы.

**6. Литература:** см в приложении.

### САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 3

**1. Физические основы применения ионизирующего излучения в диагностике. Математические задачи КТ томографии. Методы их решения.**

**2. Цель изучения темы:** изучить теоретические основы и оценить практические возможности рентгеновской компьютерной томографии (РКТ) как неразрушающего метода исследования внутренней структуры объекта.

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен **знать**:

- природу рентгеновских лучей
- устройство рентгеновской трубки
- виды рентгеновского излучения
- законы тормозного и характеристического рентгеновского излучения
- условия проникновения рентгеновского излучения в вещество, в организм человека
- физические основы функционирования медицинской аппаратуры,
- физические основы дозиметрии и методов защиты от рентгеновского излучения
- принципы компьютерной томографии.

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен **владеть и уметь**:

- оценить результаты инструментальных данных рентгеновской компьютерной томографии
- физические основы получения изображений с помощью рентгенографии
- и овладеть следующими **компетенциями**: УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-

1.3)

**3. Ознакомиться с теоретическим материалом** по теме занятия с использованием конспектов лекций и рекомендуемой учебной литературы и интернет-ресурсов.

**4. Задания для самостоятельной контактной работы обучающихся по указанной теме:**

1. Что такое изображение?

2. Что такое рентгеновская компьютерная томография?
3. Какими недостатками обладает рентгеновская компьютерная томография?
4. Кем был разработан первый рентгеновский компьютерный томограф?
5. Что происходит с рентгеновским лучом при распространении через ткани?
6. Кем и в каком году были обнаружены рентгеновские лучи?
7. Что такое X-лучи?
8. Что представляет собой рентгеновская трубка?
9. Получение рентгеновского излучения.
10. Типы рентгеновских лучей.

**5. Проверить свои знания с использованием тестового контроля:**

ТЕСТ

**ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ ВЛИЯНИЕ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ МОЖНО СНИЗИТЬ ПРИ ПОМОЩИ:**

- 1) индивидуальных средств защиты
- 2) отсеивающей решетки
- 3) повышения напряжения
- 4) рентгеновских фильтров

**В НОРМЕ ЛИМФАТИЧЕСКИЕ УЗЛЫ НА РЕНТГЕНОГРАММЕ:**

- 1) видны
- 2) не видны
- 3) видны только на глубоком вдохе
- 4) видны только в боковой проекции

**ЧТО ЯВЛЯЕТСЯ РЕГИСТРИРУЮЩИМ УСТРОЙСТВОМ ПРИ КТ:**

- 1) сцинтилляционные датчики
- 2) пьезоэлектрические кристаллы
- 3) рентгеновская пленка
- 4) флуоресцирующий экран.

**КАКИЕ МЕТОДЫ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ НЕ ИСПОЛЬЗУЮТ РЕНТГЕНОВСКИЕ ЛУЧИ:**

- 1) компьютерная томография
- 2) МРТ
- 3) бронхография
- 4) УЗИ

**В КАКИХ ПРОЕКЦИЯХ ПОЛУЧАЮТ ИЗОБРАЖЕНИЕ ПРИ КТ:**

- 1) фронтальная
- 2) во всех проекциях
- 3) аксиальная
- 4) сагиттальная

**РЕНТГЕНОВСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ГЕНЕРИРУЕТСЯ:**

- 1) в повышающем трансформаторе
- 2) в кенотроне
- 3) на рентгеновском экране
- 4) в рентгеновской трубке

**СВОЙСТВА РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ:**

- 1) невидимо, распространяется прямолинейно, обладает большой проникающей способностью
- 2) невидимо, распространяется прямолинейно, обладает малой проникающей способностью;
- 3) распространяется диффузно, сильно поглощается средой
- 4) распространяется через жидкости, обладает большой проникающей способностью
- 5) электромагнитное излучение видимой области спектра

**РЕНТГЕНОДИАГНОСТИКА ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ ПРИ АНАЛИЗЕ РЕНТГЕНОСКОПИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ И РЕНТГЕНОВСКИХ СНИМКОВ. РЕНТГЕНОВСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ПОЛУЧАЕТСЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ:**

- 1) различной чувствительности пленки к рентгеновским лучам разной длины волны
- 2) разного поглощения рентгеновских лучей объектами с разной плотностью
- 3) разного количества воды в тканях
- 4) одинакового поглощения рентгеновских лучей объектами с разной плотностью
- 5) дифракции рентгеновских лучей

**МОЩНОСТЬ ТОРМОЗНОГО РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ЗАВИСИТ ОТ:**

- 1) природы вещества анода, напряжения между анодом и катодом
- 2) природы вещества анода, количества электронов, бомбардирующих анод, напряжения между анодом и катодом
- 3) природы вещества анода, количества протонов
- 4) природы вещества катода, напряжения между анодом и катодом
- 5) природы вещества анода

**6. Литература:** см в приложении.

## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 4

**1. Рентгеновская компьютерная томография (КТ). Многослойная компьютерная томография (МКТ)**

**2. Цель изучения темы:** изучение принципов компьютерной томографии (КТ) и показаний к использованию этого метода.

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен **знать**:

- условия проникновения рентгеновского излучения в вещество, в организм человека
- физические основы компьютерной томографии
- принципы компьютерной томографии.

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен **владеть и уметь**:

- оценить результаты инструментальных данных рентгеновской компьютерной томографии
- физические основы получения изображений с помощью рентгенографии
- и овладеть следующими **компетенциями**: УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.3)

1.3)

**3. Ознакомиться с теоретическим материалом** по теме занятия с использованием конспектов лекций и рекомендуемой учебной литературы и интернет-ресурсов.

**4. Задания для самостоятельной контактной работы обучающихся по указанной теме:**

1. Что такое изображение?
2. Что такое рентгеновская компьютерная томография?
3. Какими недостатками обладает рентгеновская компьютерная томография?
4. Кем был разработан первый рентгеновский компьютерный томограф?
5. Что происходит с рентгеновским лучом при распространении через ткани?
  1. Почему трудно строить рентгеновские микроскопы?
  2. Где будет стоять космическая станция на Луне: на поверхности Луны или в толще грунта? Почему?
  3. Зачем рентгенологи на работе надевают очки, перчатки и специальные фартуки, в которых находятся соединения свинца?
  4. Что дает тень гуще на рентгенограмме: медь или алюминий?
  5. Почему вредно сидеть прямо перед телевизором?

**5. Проверить свои знания с использованием тестового контроля:**

**Тест.**

1. В каких методах лучевой диагностики используются рентгеновские лучи?

- 1) КТ; 2) термография; 3) МРТ; 4) УЗИ

2. Рентгеновское излучение это:

- 1) электромагнитные волны большой длины волны; 2) жесткое электромагнитное излучение; 3) поток заряженных частиц; 4) гамма - излучение; 5) альфа - излучение; 6)

направленный поток электронов; 7) механическое колебание среды; 8) переменное электрическое поле.

3. К рентгеновскому излучению относится область волн длиной:

1) от 80 до 0,0001 нм; 2) от 400 до 0,76 мкм; 3) от 280 до 200 нм; 4) от 380 до 10 нм; 5) от 100 до 0,001 нм.

3. Рентгеновское излучение генерируется:

1) в повышающем трансформаторе; 2) в кенотроне; 3) на рентгеновском экране; 4) в рентгеновской трубке

4. Свойства рентгеновского излучения (выберите наиболее подходящий вариант ответа):

1) невидимо, распространяется прямолинейно, обладает большой проникающей способностью;  
2) невидимо, распространяется прямолинейно, обладает малой проникающей способностью;  
3) распространяется диффузно, сильно поглощается средой;  
4) распространяется прямолинейно, обладает большой проникающей способностью;  
5) электромагнитное излучение видимой области спектра.

5. Характеристическое рентгеновское излучение возникает при:

1) торможении электрона электростатическим полем атомного ядра и атомарных электронов вещества анода;  
2) переходах между энергетическими уровнями внутренних оболочек в результате выбивания электронов;  
3) переходах между энергетическими уровнями;  
4) торможении электрона электростатическим полем атомного ядра вещества катода;  
5) торможении электрона электростатическим полем атомарных электронов вещества анода.

6. Мощность тормозного рентгеновского излучения зависит от:

1) природы вещества анода, напряжения между анодом и катодом;  
2) природы вещества анода, количества электронов, бомбардирующих анод, напряжения между анодом и катодом;  
3) природы вещества анода, количества протонов;  
4) природы вещества катода, напряжения между анодом и катодом;  
5) природы вещества анода, силы тока электронов

7. Закон Бугера описывается функцией:

1) логарифмической; 2) тригонометрической; 3) экспоненциальной;  
4) показательной; 5) квадратной.

8. Закон Бугера это:

1)  $\tau = I/I_0$ ; 2)  $I = I_0 e^{-\mu x}$ ; 3)  $D = \chi \lambda c l$ ; 4)  $I = I_0 e^{\chi c l}$ ; 5)  $\tau = \lg \frac{I_0}{I}$ .

9. Коэффициент пропускания это:

1)  $\tau = \lg \frac{I}{I_0}$ ; 2)  $\tau = I_0/I$ ; 3)  $\tau = I/I_0$ ; 4)  $\tau = I/I_0$ ; 5)  $\tau = \ln \frac{I}{I_0}$ .

10. Коэффициентом пропускания называется:

1) величина, обратная толщине слоя; 2) отношение интенсивности света, прошедшего сквозь данное вещество к интенсивности падающего света; 3) величина, обратная оптической плотности; 4) коэффициент, зависящий от концентрации раствора; 5) коэффициент, зависящий от температуры раствора и концентрации.

11. Отрицательное влияние рентгеновского излучения можно снизить при помощи:

1) индивидуальных средств защиты; 2) отсеивающей решетки; 3) повышения напряжения; 4) рентгеновских фильтров.

12. Диагностика по шкале Хаунсфилда используется в методе:

1) МРТ; 2) линейной томографии; 3) УЗИ; 4) компьютерной томографии.

13. Что является регистрирующим устройством при КТ?

1) сцинтилляционные датчики; 2) пьезоэлектрические кристаллы; 3) рентгеновская пленка; 4) флуоресцирующий экран.

7.5. Контроль усвоения обучающимися темы занятия (знания и умения) с применением тестовых заданий, ситуационных задач и других видов контроля.

## Контрольные вопросы

1. Назовите область спектра волн, относящихся к рентгеновскому излучению.
2. Сформулируйте закон Бугера.
3. Что называется коэффициентом пропускания?
4. Где генерируется рентгеновское излучение?
5. Что такое рентгеновское излучение? Какие виды рентгеновского излучения вы знаете?
6. Какими свойствами обладает рентгеновское излучение?
7. Чему равен поток рентгеновского излучения от рентгеновской трубки?
8. Какие типы взаимодействия рентгеновского излучения с веществом вы знаете?
9. Расскажите об истории КТ.
10. Формула прямого преобразования Радона.
11. Какие алгоритмы обратного проецирования вы знаете?
12. Метод получения послойного изображения в КТ.
13. Шкала единиц Хаунсфилда.

**6. Литература:** см в приложении.

## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 5

### 1. Практическая работа на учебном макете КТ. Анализ изображений.

**2. Цель изучения темы:** формирование практических навыков работы на КТ томографе и получения КТ-изображений, изучение устройства и аппаратуры КТ-томографа.

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен **знать**:

- условия проникновения рентгеновского излучения в вещество, в организм человека
- физические основы компьютерной томографии
- принципы компьютерной томографии.

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен **владеть и уметь**:

- оценить результаты инструментальных данных рентгеновской компьютерной томографии
- физические основы получения изображений с помощью рентгенографии
- и овладеть следующими **компетенциями**: УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3), ОПК-1 (ОПК-

1.1, ОПК-1.3)

**3. Ознакомиться с теоретическим материалом** по теме занятия с использованием конспектов лекций и рекомендуемой учебной литературы и интернет-ресурсов.

**4. Задания для самостоятельной контактной работы обучающихся по указанной теме:**

1. Устройство КТ-томографа
2. Получение изображений с помощью рентгенографии
3. Техника безопасности

**5. Проверить свои знания с использованием тестового контроля:**

1. Рентгеновское излучение генерируется:
  - 1) в повышающем трансформаторе; 2) в кенотроне; 3) на рентгеновском экране; 4) в рентгеновской трубке
2. Отрицательное влияние рентгеновского излучения можно снизить при помощи:
  - 1) индивидуальных средств защиты; 2) отсеивающей решетки; 3) повышения напряжения; 4) рентгеновских фильтров.
3. Преимуществом цифровой рентгенографии является:
  - 1) уменьшение лучевой нагрузки на пациента; 2) отсутствие фотопроцесса; 3) отсутствие потребности в рентгеновской пленке; 4) более четкое изображение; 5) верно, все вышеперечисленное.
4. В каких проекциях получают изображение при КТ:
  - 1) фронтальная; 2) во всех проекциях; 3) аксиальная; 4) сагиттальная.

## Контрольные вопросы

1. Что является регистрирующим устройством при КТ?
2. Расскажите об эффекте затенения изображения сечения. В каких проекциях получают изображение при КТ?
3. Расскажите о современных рентгеновских томографах.

**6. Литература:** см в приложении.

## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 6

### **1. Использование радионуклидов в медицинской диагностике. Радиационная терапия. Элементы дозиметрии**

**2. Цель изучения темы:** изучение использования радионуклидов в медицинской диагностике, дать понятие о радиационной терапии и элементах дозиметрии обучающемуся.

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен знать:

- условия проникновения рентгеновского излучения в вещество, в организм человека
- физические основы компьютерной томографии
- принципы компьютерной томографии.

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен владеть и уметь:

- оценить результаты инструментальных данных рентгеновской компьютерной томографии
- физические основы получения изображений с помощью рентгенографии
- и овладеть следующими компетенциями: УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-

1.3)

**3. Ознакомиться с теоретическим материалом** по теме занятия с использованием конспектов лекций и рекомендуемой учебной литературы и интернет-ресурсов.

**4. Задания для самостоятельной контактной работы обучающихся по указанной теме:**

1. Диагностическое применение радионуклидов
2. Методы диагностики: Метод меченых атомов, метод автордиографии
3. Лечебное применение радионуклидов
4. Элементы дозиметрии ионизирующего излучения
5. Радиационная терапия и радиационная безопасность
6. Три основных направления использования ионизирующего излучения в медицине

**5. Проверить свои знания с использованием тестового контроля:**

1. ОТ ЧЕГО ЗАВИСИТ КОЭФФИЦИЕНТ КАЧЕСТВА (БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ) ИЗЛУЧЕНИЯ:

- 1) от дозы
- 2) от времени действия
- 3) от плотности ионизации
- 4) от вида ткани
- 5) от вида излучения

2. ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ ВЛИЯНИЕ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ МОЖНО СНИЗИТЬ ПРИ ПОМОЩИ:

- 1) индивидуальных средств защиты
- 2) отсеивающей решетки
- 3) повышения напряжения
- 4) рентгеновских фильтров

3. КАКИЕ ВИДЫ ИЗЛУЧЕНИЯ НЕ ПРИМЕНЯЮТСЯ ДЛЯ КОНТАКТНЫХ МЕТОДОВ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ:

- 1) бета-излучения
- 2) гамма-излучение
- 3) мегавольтное

Решить задачи 7.58, 7.59. 7.60, 7, 61, 7.62, 7.63 из задачника Ремезова.

1. Телом массой  $m=60$  кг в течение  $t=6$  ч была поглощена энергия  $E=1$  Дж. Найдите поглощённую дозу и мощность поглощённой дозы в единицах СИ и во внесистемных единицах. Ответ:  $0,017$  Гр;  $1,7$  рад;  $0,7 \cdot 10^{-6}$  Гр/с;  $0,7 \cdot 10^{-4}$  рад/с.
2. В  $m=10$  г ткани поглощается  $10^9$   $\alpha$ -частиц с энергией около  $E=5$  МэВ. Найдите поглощённую и эквивалентную дозы. Коэффициент качества  $k$  для  $\alpha$ -частиц равен 20. Ответ: 8 рад; 160 бэр.
3. Мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения на расстоянии  $r=1$  м от точечного источника составляет  $P=2,15 \cdot 10^{-7}$  Кл/кг. Определите минимальное расстояние от источника, на котором можно ежедневно работать по 6 ч без защиты. Предельно допустимой эквивалентной дозой при профессиональном облучении считать  $5 \cdot 10^{-2}$  Дж/кг в течение года. Поглощение  $\gamma$ -излучения воздухом не учитывать. Ответ:  $\approx 36$  м.
4. Средняя мощность экспозиционной дозы облучения в рентгеновском кабинете равна  $6,45 \cdot 10^{-12}$  Кл/(кг·с). Врач находится в течение дня 5ч в этом кабинете. Какова его доза облучения за 6 рабочих дней? Ответ:  $2,7 \cdot 10^{-3}$  бэр.
5. Смертельная доза облучения для человека массой 70 кг при облучении всего тела рентгеновскими или  $\gamma$ -лучами равна 600 рад. На сколько градусов от нормальной поднимается температура человека при таком облучении, если считать его однородным фантомом с удельной теплоёмкостью  $3,33$  кДж/(кг·К)? Ответ:  $1,8 \cdot 10^{-3}$  К
6. Радиационный фон в некотором городе составляет 30 мкР/ч. Определите поглощённую и экспозиционную дозы, полученные жителями этого города в течение года. Ответ:  $0,262$  Р;  $0,262$  рад.

**6. Литература:** см в приложении.

## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 7

### 1. Физические основы позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ)

**2. Цель изучения темы:** изучение принципов позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ) и показаний к использованию этого метода.

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен **знать**:

- отличия позитрона от электрона
- зависимость пробега позитрона в биологической ткани
- ядра, излучающие позитроны.

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен **владеть и уметь**:

- представлять схему совпадений
- преобразование энергии фотонов в электрические сигналы
- и овладеть следующими **компетенциями**: УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.3)

**3. Ознакомиться с теоретическим материалом** по теме занятия с использованием конспектов лекций и рекомендуемой учебной литературы и интернет-ресурсов.

**4. Задания для самостоятельной контактной работы обучающихся по указанной теме:**

1. Однофотонная эмиссионная компьютерная томография. Принципы работы аппаратуры ОФЭКТ.
2. Радионуклиды, используемые в ОФЭКТ. Основные достоинства и диагностические возможности метода.
3. Позитронно-эмиссионная томография. Этапы исследования и основные блоки сканера.
4. Достоинства и недостатки позитронно-эмиссионной томографии. ПЭТ/КТ сканеры.
5. Реконструкция изображений в ПЭТ. Артефакты изображений. Области применения ПЭТ в медицине

**5. Проверить свои знания с использованием тестового контроля:**

В КАКИХ ЕДИНИЦАХ ИЗМЕРЯЕТСЯ АКТИВНОСТЬ РАДИОНУКЛИДОВ В СИ:

- 1) зиверт
- 2) грей
- 3) бэр
- 4) рад
- 5) беккерель

ПОЧЕМУ ВОЗНИКАЕТ НЕОБХОДИМОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ИЗОТОПОВ ПРИ МЕТОДЕ ЭМИССИОННОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ НА МЕСТЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ:

- 1) метод эмиссионной КТ предполагает использовать только изотопов водорода
- 2) метод эмиссионной КТ предполагает использовать изотопов с короткими временами полураспада
- 3) метод эмиссионной КТ предполагает использовать изотопов с длинными периодами полураспада
- 4) при методе эмиссионной КТ нет необходимости использования изотопов

ПОЗИТРОНЫ ВОЗНИКАЮТ:

- 1) позитроны возникают в одном из видов радиоактивного распада
- 2) в позитронной эмиссии
- 3) при взаимодействии фотонов с энергией больше 1,022 МэВ с веществом
- 4) все варианты верны

ПОЗИТРОННАЯ ЭМИССИОННАЯ ТОМОГРАФИЯ:

- 1) метод позволяющий оценить прохождение крови через ткани организма
- 2) метод диагностики с помощью регистрации отраженных от внутричерепных структур ультразвуковых волн в плоскости их эмиссии в полость черепа
- 3) метод, основанный на применении радиофармпрепаратов, который позволяет строить трёхмерную реконструкцию функциональных процессов, происходящих в организме
- 4) метод получения изображения просвета сосудов при помощи УЗИ

**6. Литература:** см в приложении.

## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 8

**1. Шкала Хаунсфилда. Формирование ПЭТ-томограмм и их анализ**

**2. Цель изучения темы:** Изучение шкалы Хаунсфилда и изучение формирования ПЭТ-томограмм.

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен **знать**:

- единицы Хаунсфилда
- аппаратуру для ПЭТ
- радионуклиды и радиофармпрепараты для ПЭТ

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен **владеть и уметь**:

- методами обработки и интерпретации результатов ПЭТ
- и овладеть следующими **компетенциями**: УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.3)

**3. Ознакомиться с теоретическим материалом** по теме занятия с использованием конспектов лекций и рекомендуемой учебной литературы и интернет-ресурсов.

**4. Задания для самостоятельной контактной работы обучающихся по указанной теме:**

1. Области применения МРТ?
2. Возможности метода.
3. Исследование органов методом МРТ.
4. Ограничение МРТ.
5. Какими недостатками обладает метод магнитно-резонансной томографии.
6. Шкала Хаунсфилда.

## 7. Формирование ПЭТ-томограмм

### 5. Проверить свои знания с использованием тестового контроля:

НАИБОЛЕЕ ИНФОРМАТИВНЫМ МЕТОДОМ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА ЯВЛЯЕТСЯ:

- 1) компьютерная томография
- 2) ангиография
- 3) УЗД
- 4) томография черепа
- 5) рентгенография в 2-х проекциях

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ В МЕДИЦИНЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ:

- 1) послойных изображений
- 2) спектров
- 3) рентгеновских изображений
- 4) ультразвуковых изображений
- 5) резонансных спектров

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ — ЭТО:

- 1) разные методы
- 2) одинаковые методы
- 3) связанные методы
- 4) подобные методы
- 5) зависимые методы

ФАКТОРЫ, ПРИВОДЯЩИЕ УМЕНЬШЕНИЮ ПОПЕРЕЧНОЙ НАМАГНИЧЕННОСТИ:

- 1) молекулярные взаимодействия
- 2) изменения в  $B_0$
- 3) уменьшение частоты
- 4) верны 1 и 3
- 5) верны 1 и 2

ДВИЖЕНИЯ В РАСТВОРЕ, ВЫЗВАННЫЕ ИЗМЕНЯЮЩИМИСЯ ВО ВРЕМЕНИ МАГНИТНЫМИ ПОЛЯМИ, ПРИВОДЯТ:

- 1) к разности фаз
- 2) к спиновой релаксации
- 3) к уменьшению частот
- 4) к спин решеточной релаксации

### ТЕСТ

1. Диагностика по шкале Хаунсфилда используется в методе:

- 1) МРТ; 2) линейной томографии; 3) УЗД; 4) компьютерной томографии.

2. Коэффициентом пропускания называется:

1) величина, обратная толщине слоя; 2) отношение интенсивности света, прошедшего сквозь данное вещество к интенсивности падающего света; 3) величина, обратная оптической плотности; 4) коэффициент, зависящий от концентрации раствора; 5) коэффициент, зависящий от температуры раствора и концентрации.

3. Что является регистрирующим устройством при КТ?

1) сцинтилляционные датчики; 2) пьезоэлектрические кристаллы; 3) рентгеновская пленка; 4) флуоресцирующий экран.

4. В каких проекциях получают изображение при КТ:

1) фронтальная; 2) во всех проекциях; 3) аксиальная; 4) сагиттальная.

**6. Литература:** см в приложении.

## 1. Физические основы магнитно-резонансной томографии (МРТ)

**2. Цель изучения темы:** изучить физические основы магнитно-резонансной томографии, изучение магнитных свойств ядер, научиться определять магнитный момент ядра и спин ядра, рассмотреть устройство МРТ, соблюдать технику безопасности при работе с устройством МРТ.

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен **знать**:

- принципы МРТ
- недостатки и преимущества метода магнитной томографии
- историю возникновения метода
- физические основы получения изображений с МРТ

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен **владеть и уметь**:

- общими правилами техники безопасности
- методами исследований внутренних органов
- оценить результаты инструментальных данных МРТ
- и овладеть следующими **компетенциями**: УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.3)

**3. Ознакомиться с теоретическим материалом** по теме занятия с использованием конспектов лекций и рекомендуемой учебной литературы и интернет-ресурсов.

**4. Задания для самостоятельной контактной работы обучающихся по указанной теме:**

1. Механический и магнитный момент.
2. Строение ядра.
3. Магнитные свойства ядер.
4. Правила определения магнитных свойств ядер.
5. На каком принципе основана МРТ?
6. Почему термин ЯМР-томография был заменен на МРТ?
7. Что можно визуализировать с помощью МРТ?
8. Объяснить физический принцип МРТ.
9. Чем создаются постоянные магнитные поля?
10. Для чего нужно градиентное магнитное поле?
11. Какие методы МРТ существуют?

**5. Проверить свои знания с использованием тестового контроля:**

КАКИЕ ИЗ СЛЕДУЮЩИХ УТВЕРЖДЕНИЙ НЕ СООТВЕТСТВУЮТ МОДЕЛИ АТОМА ТОМПСОНА:

- 1) атом – положительно заряженный шар с равномерным распределением заряда по объему; электроны распределены по объему положительно заряженного шара
- 2) электроны распределены по поверхности положительно заряженного шара; атом – положительно заряженный шар, причем весь его положительный заряд распределен по поверхности шара
- 3) суммарный заряд электронов равен заряду шара; электроны распределены по объему положительно заряженного шара
- 4) атом – положительно заряженный шар, причем весь его положительный заряд распределен по поверхности шара; электроны распределены по объему положительно заряженного шара

КАКИЕ УТВЕРЖДЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНО ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АТОМА ВЕРНЫ:

- 1) ядро атома заряжено положительно; заряд электронной оболочки отрицателен; заряды ядра и электронной оболочки равны по величине и противоположны по знаку
- 2) ядро атома заряжено отрицательно; заряд электронной оболочки отрицателен; в ядре сосредоточен почти весь заряд атома;
- 3) заряд электронной оболочки положителен; в электронной оболочке сосредоточен почти весь заряд атома;
- 4) заряд электронной оболочки отрицателен; заряды ядра и электронной оболочки равны по величине и противоположны по знаку

ИЗ ПРИВЕДЕННЫХ НИЖЕ УТВЕРЖДЕНИЙ УКАЖИТЕ ПОСТУЛАТЫ ТЕОРИИ БОРА:

- 1) в атомах есть избранные стационарные орбиты, двигаясь по которым электроны не излучают свет; атомы излучают свет квантами при переходе с одной стационарной орбиты

на другую

- 2) в атомах есть избранные стационарные орбиты, двигаясь по которым электроны излучают свет; при излучении света электроны движутся по спирали, постепенно теряя энергию и приближаясь к ядру
- 3) атомы излучают свет квантами при переходе с одной стационарной орбиты на другую
- 4) при излучении света электроны движутся по спирали, постепенно теряя энергию и приближаясь к ядру; в атомах есть избранные стационарные орбиты, двигаясь по которым электроны не излучают свет

ПОНЯТИЕ СПИНА:

- 1) собственный момент импульса электромагнитных частиц
- 2) собственный момент импульса атомного ядра или атома
- 3) система орбитальных частиц моментов частиц, обусловленных их движением внутри системы
- 4) 1 и 2 верны
- 5) 1 и 3 верны

ДЛЯ ЯДРА СО СПИНОМ  $1/2$  ВОЗМОЖНЫ ОРИЕНТАЦИИ:

- 1) по полю  $B_0$
- 2) против поля  $B_0$
- 3) по полю и против поля  $B_0$

1. ЯВЛЕНИЕ ЯДЕРНОГО МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА БЫЛО ОТКРЫТО В:

- 1) 1897 году
- 2) 1946 году
- 3) 1970 году
- 4) 1912 году

2. МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ В МЕДИЦИНЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ:

- 1) резонансных спектров
- 2) спектров
- 3) рентгеновских изображений
- 4) ультразвуковых изображений
- 5) послойных изображений

3. МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ — ЭТО:

- 1) разные методы
- 2) одинаковые методы
- 3) связанные методы
- 4) подобные методы
- 5) зависимые методы

4. ПОНЯТИЕ СПИНА:

- 1) собственный момент импульса элементарных частиц
- 2) собственный момент импульса атомного ядра или атома
- 3) система орбитальных частиц моментов частиц, обусловленных их движением внутри системы
- 4) 1 и 2 верны
- 5) 1 и 3 верны

Задание 1

Ответьте на вопросы:

1. Что такое ЯМР? История открытия. Области применения ЯМР.
2. Механический и магнитный момент.
3. Строение ядра.
4. Магнитные свойства ядер.
5. Правила определения магнитных свойств ядер.
6. Какие ядра можно использовать в МРТ?

7. Прецессия ядер в магнитном поле.
8. Ларморовая частота.
9. Разрешенные состояния ядер в магнитном поле.
10. Энергия ядер в магнитном поле.
11. Расщепление энергетического уровня ядер в магнитном поле.
12. Населенности энергетических уровней.
13. Макроскопическое намагничивание.

#### Задание 2.

Решите следующие задачи:

1. Рассчитайте число спиновых состояний и величины  $m$  для следующих ядер:  $^{11}\text{B}$ ,  $^{12}\text{C}$ ,  $^{14}\text{N}$ ,  $^{17}\text{O}$ ,  $^{31}\text{P}$ , используя значения ядерных спинов из таблицы 1.
2. Рассчитайте величину магнитного поля для ядер протона при ларморовой частоте 600 МГц. Какая частота для ядер  $^{13}\text{C}$  при таком магнитном поле?
3. Какова разность энергий двух спиновых состояний для ядер  $^1\text{H}$  (а) и  $^{13}\text{C}$  (б) в магнитном поле  $B_0 = 2.35 \text{ Т}$ ? Ответ: а)  $6.63 \times 10^{-26} \text{ Дж}$ ; б)  $1.67 \times 10^{-26} \text{ Дж}$ .
4. Какова частота прецессии  $\nu$  для ядер  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  в поле  $B_0 = 2.35 \text{ Т}$ ? Ответ: а) 100 МГц., б) 25,16 МГц.
5. Рассчитайте избыток населенности на нижнем энергетическом уровне для протонов, при  $B_0 = 1.41 \text{ Т}$  (резонансная частота  $\nu_1 = 60 \text{ МГц}$ ) и при  $T = 300 \text{ К}$ . Ответ:  $N_\beta = 0.9999904 N_\alpha$ .
6. Рассчитайте избыток населенности на нижнем энергетическом уровне для протонов, при  $B_0 = 7.05 \text{ Т}$  ( $\nu_1 = 300 \text{ МГц}$ ) и при  $T = 300 \text{ К}$ . Ответ:  $N_\beta = 0.99995 N_\alpha$ .

**6. Литература:** см в приложении.

### САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 10

#### 1. Применение спин-спиновой релаксации ядер в медицине

**2. Цель изучения темы:** Изучение основных физических принципов, положенных в основу ЯМР спектроскопии. Изучение устройства спектрометра, его блок-схемы. Знать основные узлы и их назначение; электромагнит, синтезатор частот, регистрирующее устройство, устройство записи спектров. Ознакомление с устройством и принципом работы спектрометра непрерывного ЯМР.

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен **знать**:

- основы ядерно-магнитного резонанса (ЯМР)
- химические и физические свойства молекул
- устройство спектрометра ЯМР
- условия резонанса;
- переходы между энергетическими уровнями;
- времена релаксации, спин-решеточное и спин-спиновое релаксации;

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен **владеть и уметь**:

- рассчитывать химические сдвиги (ХС) по полученным спектрам;
- определять молекулярную структуру по спектру;
- определить химическую формулу исследуемого вещества
- и овладеть следующими **компетенциями:** УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.3)

**3. Ознакомиться с теоретическим материалом** по теме занятия с использованием конспектов лекций и рекомендуемой учебной литературы и интернет-ресурсов.

#### 4. Задания для самостоятельной контактной работы обучающихся по указанной теме:

1. В каком случае происходит резонансное поглощение энергии электромагнитного поля?
2. Записать формулу, определяющую химический сдвиг

3. С чем связано сверхтонкое расщепление линий ЯМР?
4. Перечислить возможные применения ЯМР спектроскопии в фармакологии
5. Как происходит экранирование ядра

### 5. Проверить свои знания с использованием тестового контроля:

#### Тест

1. ДВИЖЕНИЯ В РАСТВОРЕ, ВЫЗВАННЫЕ ИЗМЕНЯЮЩИМИСЯ ВО ВРЕМЕНИ МАГНИТНЫМИ ПОЛЯМИ, ПРИВОДЯТ:

- 1) к разности фаз
- 2) к спиновой релаксации
- 3) к уменьшению частот
- 4) к спин решеточной релаксации

2. РЕЛАКСАЦИЯ:

- 1) потеря поперечной составляющей намагниченности за время  $T_2$  и увеличение продольной составляющей намагниченности за время  $T_1$
- 2) жесткое электромагнитное излучение за время  $T_2$  и увеличение продольной составляющей намагниченности за время  $T_1$
- 3) непрерывное изменение плотности магнитного потока  $B_0$  при постоянной частоте
- 4) гамма - излучение

3. ВЫБЕРИТЕ ПРАВИЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛЯ  $T_1$ ,  $T_2$ :

- 1)  $T_1$ -время спин-решеточной или продольной релаксации,  $T_2$ -время потери составляющей намагниченности
- 2)  $T_1$ -время потери составляющей намагниченности,  $T_2$ -время спин-решеточной или продольной релаксации
- 3)  $T_1$ -время потери составляющей намагниченности,  $T_2$  - время спин-спиновой или поперечной релаксации
- 4)  $T_1$ -период намагниченности резонансной линии за время  $t$ ,  $T_2$ - период сужения резонансных линий в спектре
- 5)  $T_1$ -время спин-решеточной или продольной релаксации,  $T_2$  - время спин-спиновой или поперечной релаксации

4. УРАВНЕНИЕ БЛОХА:

$$1) \frac{d\vec{M}}{dt} = \gamma [\vec{M}\vec{H}] - \hat{i} \frac{M_x}{T_2} - \hat{j} \frac{M_y}{T_2} - \hat{k} \frac{M_z - M_0}{T_1}$$

$$2) \frac{d\vec{M}}{dt} = \hat{i} \frac{M_x}{T_2} - \hat{j} \frac{M_y}{T_2} - \hat{k} \frac{M_z - M_0}{T_1}$$

$$3) \frac{d\vec{M}}{dt} = \gamma [\vec{M}\vec{H}] - \hat{k} \frac{M_z - M_0}{T_1}$$

$$4) \frac{d\vec{M}}{dt} = \gamma [\vec{M}\vec{H}] \hat{i} \frac{M_x}{T_2} - \hat{j} \frac{M_y}{T_2} - \hat{k} \frac{M_z - M_0}{T_1}$$

5. ФАКТОРЫ, ПРИВОДЯЩИЕ УМЕНЬШЕНИЮ ПОПЕРЕЧНОЙ НАМАГНИЧЕННОСТИ:

- 1) молекулярные взаимодействия
- 2) изменения в  $B_0$
- 3) уменьшение частоты
- 4) верны 1 и 3
- 5) верны 1 и 2

ЛИНИЯ ПОГЛОЩЕНИЯ ЯМР:

- 1) один переход или несколько вырожденных переходов, проявляющихся как одна линия
- 2) область спектра, в которой наблюдается сигнал, имеющий один или несколько максимумов
- 3) эталонное соединение, растворенное в одной фазе с исследуемым образцом

4) эталонное соединение, находящееся в разных фазах с исследуемым образцом  
**РАЗРЕШАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ЯМР-ИНТРОСКОПА ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ:**

- 1) ослаблением амплитуды радиочастотного поля
- 2) распределением электронов по поверхности положительного шара
- 3) размерами области, где создается однородное магнитное поле, удовлетворяющее условиям резонанса
- 4) энергией кванта рентгеновского излучения ионизации, которое удовлетворяет условиям резонанса
- 5) поглощением атомом кванта излучения, достаточного для отрыва электрона

**ВНУТРЕННИЙ ЭТАЛОН (ЯМР):**

- 1) один переход или несколько вырожденных переходов, проявляющихся как одна линия
  - 2) область спектра, в которой наблюдается сигнал, имеющий один или несколько максимумов
  - 3) эталонное соединение, растворенное в одной фазе с исследуемым образцом
  - 4) эталонное соединение, находящееся в разных фазах с исследуемым образцом
- МОЛЕКУЛЯРНУЮ СТРУКТУРУ, МОЖНО ИССЛЕДОВАТЬ:**

- 1) методом ЯМР-спектроскопии
- 2) методом эмиссионной томографии
- 3) методом МРТ
- 4) методом компьютерной томографии
- 5) микроскопом

**ПРИ НАБЛЮДЕНИИ СТАЦИОНАРНЫХ СИГНАЛОВ ЯМР:**

- 1) поляризация ядерных спинов и индикация сигналов ЯМР разделены во времени.
- 2) наблюдается непрерывное изменение плотности магнитного потока  $B_0$  при постоянной частоте
- 3) образец вещества подвергается одновременному воздействию двух перпендикулярно ориентированных магнитных полей: сильного постоянного и слабого высокочастотного поля
- 4) наблюдается распределение электронов по поверхности положительно заряженного шара

**6. Литература:** см в приложении.

## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 11

### **1. Применение спин-решеточной релаксации ядер в медицине**

**2. Цель изучения темы:** изучить физические принципы, лежащие в основе спектроскопии ЯМР, и научиться интерпретировать структурную и динамическую информацию, получаемую из спектров ЯМР высокого разрешения.

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен **знать**:

- основы ядерно-магнитного резонанса (ЯМР)
- химические и физические свойства молекул
- устройство спектрометра ЯМР
- условия резонанса;
- переходы между энергетическими уровнями;
- времена релаксации, спин-решеточное и спин-спиновое релаксации;
- ключевые понятия ЯМР.

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен **владеть и уметь**:

- оценить результаты инструментальных данных рентгеновской компьютерной томографии
- физические основы получения изображений с помощью рентгенографии

- и овладеть следующими **компетенциями**: УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.3)

**3. Ознакомиться с теоретическим материалом** по теме занятия с использованием конспектов лекций и рекомендуемой учебной литературы и интернет-ресурсов.

**4. Задания для самостоятельной контактной работы обучающихся по указанной теме:**

1. История развития ядерно-магнитного резонанса (ЯМР).
  2. Магнитные свойства ядер, ядро в магнитном поле.
  3. Энергетические уровни ядра, резонансное поглощение энергии.
  4. Условия резонанса.
  5.  $T_1$  – релаксация
  6.  $T_2$  – релаксация
  7. Классификация МР-томографов
  8. Устройство магнитно-резонансного томографа
1. Функциональный анализ?
  2. Что такое идентификация?
  3. Как происходит процесс получения спектров в ЯМР?
  4. Как устанавливается связь между электронами и их физико-химическими свойствами?
  5. Какие приближения учитываются в полуэмпирических методах квантовой химии?

**5. Проверить свои знания с использованием тестового контроля:**

#### Тест

1. ДВИЖЕНИЯ В РАСТВОРЕ, ВЫЗВАННЫЕ ИЗМЕНЯЮЩИМИСЯ ВО ВРЕМЕНИ МАГНИТНЫМИ ПОЛЯМИ, ПРИВОДЯТ:

- 1) к разности фаз
- 2) к спиновой релаксации
- 3) к уменьшению частот
- 4) к спин решеточной релаксации

2. РЕЛАКСАЦИЯ:

- 1) потеря поперечной составляющей намагниченности за время  $T_2$  и увеличение продольной составляющей намагниченности за время  $T_1$
- 2) жесткое электромагнитное излучение за время  $T_2$  и увеличение продольной составляющей намагниченности за время  $T_1$
- 3) непрерывное изменение плотности магнитного потока  $B_0$  при постоянной частоте
- 4) гамма - излучение

3. ВЫБЕРИТЕ ПРАВИЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛЯ  $T_1$ ,  $T_2$ :

- 1)  $T_1$ -время спин-решеточной или продольной релаксации,  $T_2$ -время потери составляющей намагниченности
- 2)  $T_1$ -время потери составляющей намагниченности,  $T_2$ -время спин-решеточной или продольной релаксации
- 3)  $T_1$ -время потери составляющей намагниченности,  $T_2$  - время спин-спиновой или поперечной релаксации
- 4)  $T_1$ -период намагниченности резонансной линии за время  $t$ ,  $T_2$ - период сужения резонансных линий в спектре
- 5)  $T_1$ -время спин-решеточной или продольной релаксации,  $T_2$  - время спин-спиновой или поперечной релаксации

4. УРАВНЕНИЕ БЛОХА:

1) 
$$\frac{d\vec{M}}{dt} = \gamma [\vec{M}\vec{H}] - \vec{i} \frac{M_x}{T_2} - \vec{j} \frac{M_y}{T_2} - \vec{k} \frac{M_z - M_0}{T_1}$$

2) 
$$\frac{d\vec{M}}{dt} = \vec{i} \frac{M_x}{T_2} - \vec{j} \frac{M_y}{T_2} - \vec{k} \frac{M_z - M_t}{T_1}$$

$$3) \frac{d\vec{M}}{dt} = \gamma [\vec{M}\vec{H}] - k \frac{M_z - M_t}{T_1}$$

$$4) \frac{d\vec{M}}{dt} = \gamma [\vec{M}\vec{H}] i \frac{M_x}{T_2} - j \frac{M_y}{T_2} - k \frac{M_z - M_0}{T_1}$$

### 5. ФАКТОРЫ, ПРИВОДЯЩИЕ УМЕНЬШЕНИЮ ПОПЕРЕЧНОЙ НАМАГНИЧЕННОСТИ:

- 1) молекулярные взаимодействия
- 2) изменения в  $B_0$
- 3) уменьшение частоты
- 4) верны 1 и 3
- 5) верны 1 и 2

#### ХИМИЧЕСКИМ СДВИГОМ НАЗЫВАЕТСЯ:

- 1) увеличение намагниченности в зависимости от химических составляющих
- 2) изменение резонансных линий в спектре ЯМР
- 3) превращение позитронов в электрон, обусловленное различием в константах экранирования
- 4) смещение сигнала в зависимости от химического окружения ядра, обусловленное различием в константах экранирования

#### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БОЛЬЦМАНА

$$1) J = J_0 \cos^2 \alpha$$

$$2) J_t = J_0 e^{-\lambda t}$$

$$3) \frac{N_\beta}{N_\alpha} = e^{-\Delta E / k_B T} \approx 1 - \frac{\Delta E}{k_B T} = 1 - \frac{\gamma \hbar B_0}{K_0 T}$$

$$4) N = N_0 \exp(-\lambda t) e^{-\Delta E / k_B T} \approx 1 - \frac{\Delta E}{k_B T}$$

$$5) A = \beta_\alpha = e^{-\Delta E / k_B T}$$

### ФАКТОРЫ, ПРИВОДЯЩИЕ УМЕНЬШЕНИЮ ПОПЕРЕЧНОЙ НАМАГНИЧЕННОСТИ:

- 1) молекулярные взаимодействия
- 2) изменения в  $B_0$
- 3) уменьшение частоты
- 4) верны 1 и 3
- 5) верны 1 и 2

#### ПОЛОСА ПОГЛОЩЕНИЯ ЯМР:

- 1) один переход или несколько вырожденных переходов, проявляющихся как одна линия
- 2) область спектра, в которой наблюдается сигнал, имеющий один или несколько максимумов
- 3) эталонное соединение, растворенное в одной фазе с исследуемым образцом
- 4) эталонное соединение, находящееся в разных фазах с исследуемым образцом.

### 6. Литература: см в приложении.

#### САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 12

##### 1. Формирование изображений МРТ

2. Цель изучения темы: изучить физические основы магнитно-резонансной томографии, рассмотреть устройство МРТ, соблюдать технику безопасности при работе с устройством МРТ.

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен **знать**:

- принципы МРТ
- недостатки и преимущества метода магнитной томографии
- историю возникновения метода
- физические основы получения изображений с МРТ

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен **владеть и уметь**:

- общими правилами техники безопасности
- методами исследований внутренних органов
- оценить результаты инструментальных данных МРТ
- и овладеть следующими **компетенциями**: УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.3)

**3. Ознакомиться с теоретическим материалом** по теме занятия с использованием конспектов лекций и рекомендуемой учебной литературы и интернет-ресурсов.

**4. Задания для самостоятельной контактной работы обучающихся по указанной теме:**

1. Из каких функциональных блоков состоит типичный непрерывный спектрометр ЯМР?
2. Для чего служит каждый из блоков?
3. Для чего в приборе применяется низкочастотная модуляция магнитного поля? Почему записывается производная линии поглощения ЯМР?
4. Как связана величина полезного сигнала с амплитудой модуляции? Чем ограничивается величина модуляции в реальном эксперименте?
5. Какие преимущества обеспечивает применение компьютера в эксперименте?
6. Кодирование сигнала
7. Срез-кодирующий градиент
8. Фазо-кодирующий градиент
9. Частотно-кодирующий градиент
10. Импульсные последовательности
11. Последовательность спин-эхо
12. Контраст изображения
13. Контраст протонной плотности
14. Показатели качества изображения
15. Построение изображения и виды изображений.
15. Артефакты МР-изображений.

**5. Проверить свои знания с использованием тестового контроля:**

Как выглядит уравнение Шредингера

$$1) \frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \Psi + u\Psi = i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t}$$

$$2) \frac{-\hbar^2}{2m} \nabla^2 \Psi + u\Psi = i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t}$$

$$3) \int dw = \int |\Psi|^2 dv = 1$$

$$4) f(w) = f(t)e^{iwx} dt$$

$$\frac{-\hbar^2}{2m} \nabla^2 \Psi + u\Psi = i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t}$$

ЗДЕСЬ:

1)  $\hbar$ -постоянная планка  
 $\nabla^2$  – оператор Лапласа

2)  $\hbar$  – оператор Лапласа

$\Psi$  -постоянная планка

3) m-масса частицы  
i- оператор Лапласа

СОПОСТАВЬТЕ КИНЕТИЧЕСКИЕ ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОНА НА ПЕРВОЙ, ВТОРОЙ И ТРЕТЬЕЙ СТАЦИОНАРНЫХ ОРБИТАХ АТОМА ВОДОРОДА:

$$1) E_{k1} < E_{k2} < E_{k3}$$

$$2) E_{k1} = E_{k2} = E_{k3}$$

$$3) E_{k1} = E_{k3} > E_{k2}$$

$$4) E_{k1} > E_{k2} > E_{k3}$$

ПРИБЛИЖЕННЫЙ МЕТОД НАХОЖДЕНИЯ ВОЛНОВЫХ ФУНКЦИЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ КВАНТОВОЙ СИСТЕМЫ СО МНОРИМИ ЭЛЕКТРОНАМИ НАЗЫВАЕТСЯ:

- 1) приближение методом Хартри Фока
- 2) методом эмиссионной томографии
- 3) одноэлектронным приближением
- 4) адиабатическим приближением

МОЛЕКУЛЯРНУЮ СТРУКТУРУ МОЖНО ИССЛЕДОВАТЬ:

- 1) методом ЯМР-спектроскопии
- 2) методом эмиссионной томографии
- 3) методом МРТ
- 4) методом компьютерной томографии
- 5) микроскопом

**6. Литература:** см в приложении.

### САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 13

#### 1. Динамическая контрастная МРТ

**2. Цель изучения темы:** изучить физические основы магнитно-резонансной томографии, рассмотреть устройство МРТ, соблюдать технику безопасности при работе с устройством МРТ.

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен знать:

- принципы МРТ
- недостатки и преимущества метода магнитной томографии
- историю возникновения метода

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен владеть и уметь:

- общими правилами техники безопасности
- методами исследований внутренних органов
- и овладеть следующими компетенциями: УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.3)

**3. Ознакомиться с теоретическим материалом** по теме занятия с использованием конспектов лекций и рекомендуемой учебной литературы и интернет-ресурсов.

#### 4. Задания для самостоятельной контактной работы обучающихся по указанной теме:

1. Из каких функциональных блоков состоит типичный непрерывный спектрометр ЯМР?
2. Для чего служит каждый из блоков?
3. Для чего в приборе применяется низкочастотная модуляция магнитного поля? Почему записывается производная линии поглощения ЯМР?
4. Как связана величина полезного сигнала с амплитудой модуляции? Чем ограничивается величина модуляции в реальном эксперименте?
5. Какие преимущества обеспечивает применение компьютера в эксперименте?
6. Кодирование сигнала
7. Срез-кодирующий градиент
8. Фазо-кодирующий градиент
9. Частотно-кодирующий градиент
10. Импульсные последовательности
11. Последовательность спин-эхо
12. Контраст изображения
13. Контраст протонной плотности
14. Показатели качества изображения
15. Построение изображения и виды изображений.
16. Артефакты МР-изображений.

## 5. Проверить свои знания с использованием тестового контроля:

ВОЗМОЖНО, ЛИ СУЩЕСТВОВАНИЕ ВЕКТОРНЫХ И ТЕНЗОРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ НУЛЕВОМ СПИНЕ:

- 1) возможно
- 2) невозможно
- 3) возможно при положительном значении

ПОНЯТИЕ СПИНА:

- 1) собственный момент импульса электромагнитных частиц
- 2) собственный момент импульса атомного ядра или атома
- 3) система орбитальных частиц моментов частиц, обусловленных их движением внутри системы
- 4) 1 и 2 верны
- 5) 1 и 3 верны

МИКРОВОЛНОВАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ:

- 1) радиоспектроскопия сантиметрового и миллиметрового диапазонов длин волн  $\lambda$  (СВЧ)
- 2) радиоспектроскопия диапазонов длин волн 10 нм-5 пм
- 3) область спектра, в которой наблюдается сигнал, имеющий один или несколько максимумов
- 4) метод позволяющий оценить прохождение крови через ткани организма

С ПОМОЩЬЮ ОПЫТОВ РЕЗЕРФОРД УСТАНОВИЛ, ЧТО:

- 1) Положительный заряд распределен по всему объему у атома.
- 2) В состав атома входят электроны.
- 3) Атом не имеет внутренней структуры.
- 4) В центре атома положительно заряженное ядро, вокруг которого движутся электроны

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БОЛЬЦМАНА:

$$1) \frac{N_\beta}{N_\alpha} = e^{-\Delta E/k_\beta T} \approx 1 - \frac{\Delta E}{k_\beta T} = 1 - \frac{\gamma \hbar B_0}{K_0 T}$$

$$2) I = I_0 e^{k_1}$$

$$3) \frac{N_\beta}{N_\alpha} = e^{-\Delta E/k_\beta T} \approx 1 + \frac{\Delta E}{k_\beta T} = 1 + \frac{\gamma \hbar B_0}{K_0 T}$$

$$4) I = e^{-\Delta E/k_\beta T} \approx 1 - \frac{\Delta E}{k_\beta T} = 1 - \frac{\gamma \hbar B_0}{K_0 T}$$

6. Литература: см в приложении.

## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 14

### 1. Методы повышения чувствительности при проведении МРТ

### 2. Цель изучения темы: рассмотреть способы диагностики отдельных органов

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен **знать**:

- строение организма человека
- физические основы МРТ

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен **владеть и уметь**:

- оценить результаты инструментальных данных МРТ
- физические основы получения изображений с МРТ
- и овладеть следующими **компетенциями**: УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.3)

3. Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и рекомендуемой учебной литературы и интернет-ресурсов.

4. Задания для самостоятельной контактной работы обучающихся по указанной теме:

1. Что такое функциональный анализ?
2. Что такое идентификация?
3. Как происходит процесс получения спектров в ЯМР?
4. Как устанавливается связь между электронами и их физико-химическими свойствами?
5. Какие приближения учитываются в полуэмпирических методах квантовой химии?

**5. Проверить свои знания с использованием тестового контроля:**

ИЗ ПРИВЕДЕННЫХ НИЖЕ УТВЕРЖДЕНИЙ УКАЖИТЕ ПОСТУЛАТЫ ТЕОРИИ БОРА:

- 1) в атомах есть избранные стационарные орбиты, двигаясь по которым электроны не излучают свет; атомы излучают свет квантами при переходе с одной стационарной орбиты на другую
- 2) в атомах есть избранные стационарные орбиты, двигаясь по которым электроны излучают свет; при излучении света электроны движутся по спирали, постепенно теряя энергию и приближаясь к ядру
- 3) атомы излучают свет квантами при переходе с одной стационарной орбиты на другую
- 4) при излучении света электроны движутся по спирали, постепенно теряя энергию и приближаясь к ядру; в атомах есть избранные стационарные орбиты, двигаясь по которым электроны не излучают свет

КАКАЯ ЧАСТЬ АТОМА ВНОСИТ ОСНОВНОЙ ВКЛАД В РАССЕЙАНИЕ АЛЬФА-ЧАСТИЦ В ОПЫТАХ РЕЗЕРФОРДА:

- 1) атомное ядро
- 2) отдельные протоны
- 3) электронная оболочка
- 4) отдельные электроны

ИЗ КАКИХ ЧАСТЕЙ СОСТОЯТ АТОМНЫЕ ЯДРА:

- 1) Протонов и нейтронов,
- 2) Нейтронов и электронов,
- 3) Только из нейтронов,
- 4) Протонов и электронов

УКАЖИТЕ ВСЕ ВЕРНЫЕ УТВЕРЖДЕНИЯ:

- 1) в ядре сосредоточена практически вся масса атома; размеры атома – это и есть размеры электронной оболочки
- 2) практически вся масса атома сосредоточена в его электронной оболочке; размеры атома во много раз меньше размеров электронной оболочки; размеры атома – это и есть размеры электронной оболочки
- 3) масса атома примерно пополам делится между ядром и электронной оболочкой; размеры атома во много раз больше размеров электронной оболочки;
- 4) размеры атома во много раз больше размеров электронной оболочки; в ядре сосредоточена практически вся масса атома

КАКОЕ ЗНАЧЕНИЕ МОЖЕТ ПРИНИМАТЬ СПИНОВОЕ КВАНТОВОЕ ЧИСЛО I:

- 1) некратное  $1/2$
- 2) кратное  $1/2$
- 3) оба варианта верны

**6. Литература:** см в приложении.

## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 15

### **1. Практическая работа на учебном макете МРТ. Анализ изображений**

**2. Цель изучения темы:** Изучение основных физических принципов, положенных в основу ЯМР спектроскопии. Изучение устройства спектрометра, его блок схемы. Знать основные узлы и их назначение; электромагнит, синтезатор частот, регистрирующее устройство, устройство записи спектров. Ознакомление с устройством и принципом работы спектрометра непрерывного ЯМР.

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен **знать**:

- получение изображений методами томографий
- физические основы томографий

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен **владеть и уметь**:

- физическими основами получения изображений
- и овладеть следующими **компетенциями**: УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.3)

**3. Ознакомиться с теоретическим материалом** по теме занятия с использованием конспектов лекций и рекомендуемой учебной литературы и интернет-ресурсов.

**4. Задания для самостоятельной контактной работы обучающихся по указанной теме:**

1. Устройство МРТ-томографа
2. Получение МРТ-изображения
3. Техника безопасности работы с МРТ-томографом

**5. Проверить свои знания с использованием тестового контроля:**

1. МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ В МЕДИЦИНЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ:

- 1) резонансных спектров
- 2) спектров
- 3) рентгеновских изображений
- 4) ультразвуковых изображений
- 5) послойных изображений

2. МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ — ЭТО:

- 1) разные методы
- 2) одинаковые методы
- 3) связанные методы
- 4) подобные методы
- 5) зависимые методы

3. МОЛЕКУЛЯРНУЮ СТРУКТУРУ МОЖНО ИССЛЕДОВАТЬ:

- 1) методом ЯМР-спектроскопии
- 2) методом эмиссионной томографии
- 3) методом компьютерной томографии
- 4) микроскопом

4. МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ, — ЭТО МЕТОД:

- 1) не связанный с явлением ЯМР
- 2) связанный с явлением ЯМР
- 3) связанный с рентгеновским исследованием
- 4) связанный с ультразвуковым исследованием
- 5) связанный с инфракрасным излучением

5. ЯВЛЕНИЕ ЯДЕРНОГО МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА БЫЛО ОТКРЫТО В:

- 1) 1897 году
- 2) 1946 году
- 3) 1970 году
- 4) 1912 году

**УКАЖИТЕ ВСЕ ВЕРНЫЕ УТВЕРЖДЕНИЯ:**

- 1) в ядре сосредоточена практически вся масса атома; размеры атома – это и есть размеры электронной оболочки
- 2) практически вся масса атома сосредоточена в его электронной оболочке; размеры атома во много раз меньше размеров электронной оболочки; размеры атома – это и есть размеры электронной оболочки
- 3) масса атома примерно пополам делится между ядром и электронной оболочкой; размеры атома во много раз больше размеров электронной оболочки;

4) размеры атома во много раз больше размеров электронной оболочки; в ядре сосредоточена практически вся масса атома

ДИАГНОСТИКА ПО ШКАЛЕ ХАУНСФИЛДА ИСПОЛЬЗУЕТСЯ В МЕТОД:

- 1) МРТ
- 2) линейной томографии
- 3) УЗД
- 4) компьютерной томографии

МОЛЕКУЛЯРНУЮ СТРУКТУРУ МОЖНО ИССЛЕДОВАТЬ:

- 1) методом ЯМР-спектроскопии
- 2) методом эмиссионной томографии
- 3) методом МРТ
- 4) методом компьютерной томографии
- 5) микроскопом

С ПОМОЩЬЮ ОПЫТОВ РЕЗЕРФОРД УСТАНОВИЛ, ЧТО:

- 1) Положительный заряд распределен по всему объему у атома.
- 2) В состав атома входят электроны.
- 3) Атом не имеет внутренней структуры.
- 4) В центре атома положительно заряженное ядро, вокруг которого движутся электроны

1. МР-СПЕКТРОСКОПИЯ:

- 1) метод позволяющий определить биохимические изменения тканей при различных заболеваниях по концентрации определенных метаболитов
- 2) метод, позволяющий определять движение внутриклеточных молекул воды в тканях
- 3) Метод позволяющий оценить прохождение крови через ткани организма
- 4) метод получения изображения просвета сосудов при помощи магнитно-резонансного томографа

2. МР-АНГИОГРАФИЯ:

- 1) метод позволяющий определить биохимические изменения тканей при различных заболеваниях по концентрации определенных метаболитов
- 2) метод, позволяющий определять движение внутриклеточных молекул воды в тканях
- 3) Метод позволяющий оценить прохождение крови через ткани организма
- 4) метод получения изображения просвета сосудов при помощи магнитно-резонансного томографа.

3. МР-ДИФФУЗИЯ:

- 1) метод позволяющий определить биохимические изменения тканей при различных заболеваниях по концентрации определенных метаболитов
- 2) метод, позволяющий определять движение внутриклеточных молекул воды в тканях
- 3) метод позволяющий оценить прохождение крови через ткани организма
- 4) метод получения изображения просвета сосудов при помощи магнитно-резонансного томографа

**6. Литература:** см в приложении.

## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 16

**1. Принципы построения 3D изображений анатомических структур. Сравнительный анализ методов визуализации**

**2. Цель изучения темы:** рассмотреть методы визуализации, недостатки и достоинства метода, принципы построения 3D изображений анатомических структур.

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен **знать:**

- этапы развития МРТ, КТ, УЗИ, ПЭТ, сцинтиграфии, ОФЭКТ, термографии;
- физические основы МРТ, КТ, УЗИ, ПЭТ, сцинтиграфии, ОФЭКТ, термографии

- классификации МРТ-, КТ-, УЗИ-, ПЭТ- томографов.

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен **владеть и уметь**:

- навыками работы на томографах и получения изображений на них;

- и овладеть следующими **компетенциями**: УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.3)

**3. Ознакомиться с теоретическим материалом** по теме занятия с использованием конспектов лекций и рекомендуемой учебной литературы и интернет-ресурсов.

**4. Задания для самостоятельной контактной работы обучающихся по указанной теме:**

1. На каком принципе основана МРТ?
2. Почему термин ЯМР-томография был заменен на МРТ?
3. Что можно визуализировать с помощью МРТ?
4. Объяснить физический принцип МРТ.
5. Чем создаются постоянные магнитные поля?
6. Для чего нужно градиентное магнитное поле?
7. Какие методы МРТ существуют?
8. Области применения МРТ?
9. Возможности метода.
10. Исследование органов методом МРТ.
11. Ограничение МРТ.
12. Какими недостатками обладает метод магнитно-резонансной томографии.

**5. Проверить свои знания с использованием тестового контроля:**

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ, — ЭТО МЕТОД:

- 1) не связанный с явлением ЯМР
- 2) связанный с явлением ЯМР
- 3) связанный с рентгеновским исследованием
- 4) связанный с ультразвуковым исследованием
- 5) связанный с инфракрасным излучением

ЯВЛЕНИЕ ЯДЕРНОГО МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА БЫЛО ОТКРЫТО В:

- 1) 1897 году
- 2) 1946 году
- 3) 1970 году
- 4) 1912 году

ДАТЧИКИ – ЭТО УСТРОЙСТВО ДЛЯ:

- 1) передачи информации
- 2) съема информации
- 3) преобразования измеряемой величины в сигнал удобный для передачи
- 4) усиления электрического тока
- 5) усиления электрического напряжения

ОТНОСИТЕЛЬНАЯ НАСЕЛЕННОСТЬ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УРОВНЕЙ ПОДЧИНЯЕТСЯ:

- 1) условию резонанса
- 2) распределению Больцмана
- 3) теорию Бора
- 4) условию нормировки

ВНУТРЕННИЙ ЭТАЛОН (ЯМР):

- 1) один переход или несколько вырожденных переходов, проявляющихся как одна линия
- 2) область спектра, в которой наблюдается сигнал, имеющий один или несколько максимумов
- 3) эталонное соединение, растворенное в одной фазе с исследуемым образцом
- 4) эталонное соединение, находящееся в разных фазах с исследуемым образцом

**6. Литература:** см в приложении.

Приложение

Литература.

Основная литература

№ пп	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров
1	Основы высшей математики : учебник /2-е изд., перераб. и доп., стереотипное издание	Лобочкая, Н. Л.	М. : Альянс, 2015.	1144
2	Основы высшей математики и математической статистики [Электронный ресурс]: учебник / 2-е изд., испр. - Электрон. текстовые дан. -on-line. - Режим доступа: <a href="http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970415771.html">http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970415771.html</a>	И. В. Павлушков	М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012	1200 доступов
3	Медицинская и биологическая физика [Электронный ресурс] : учебник / 4-е изд., испр. и доп. - Электрон. текстовые дан. -. -on-line. - Режим доступа: <a href="http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970424841.html">http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970424841.html</a>	Ремизов, А. Н.	М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013	1200 доступов
4	Учебник по медицинской и биологической физике: учебник / 10-изд., стереотип. -. - 558 с.	Ремизов, А. Н. А. Г. Максина, А. Я. Потапенко	М. : Дрофа, 2011	1000

Дополнительная литература

№ пп	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров
1	2	3	4	5
1	Физика и биофизика [Электронный ресурс] :учебник / В. Ф. Антонов, - 2-е изд., испр. и доп. - Электрон. текстовые дан. -. - on-line. - Режим доступа: <a href="http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970424018.html">http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970424018.html</a>	В. Ф. Антонов, А. М. Черныш, Е. К. Козлова.	М. :Гэотар Медиа, 2015	1200 доступов
2	Физика и биофизика. Руководство к практическим занятиям [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Электрон. текстовые дан. - on-line. - Режим доступа: <a href="http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970426777.html">http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970426777.html</a>	В. Ф. Антонов	М. : ГЭОТАР-Медиа, 2013.	1200 доступов
3	Оптика: учеб.-метод. пособие / - 76 с. Оптика [Электронный ресурс] : учебно-метод. пособие / Электрон. текстовые дан., - on-line. - Режим доступа: <a href="http://library.bashgmu.ru/elibdoc/elib224.do">http://library.bashgmu.ru/elibdoc/elib224.do</a>	Г. Н. Загитов, рец.: Е. В. Пастушенко,	ГОУ ВПО БГМУ ; - Уфа, 2010	Неограниченный доступ
4	Медицинская и биологическая физика. Курс лекций с задачами [Электронный ресурс]: учеб. пособ. / Электрон. текстовые дан. - -on-line. - Режим доступа: <a href="http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970408308.html">http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970408308.html</a>	Федорова, В. Н. Е. В. Фаустов.	М. : ГЭОТАР-Медиа, 2010.	1200 доступов

5	Физика и биофизика. Практикум [Электронный ресурс] : учеб. пособ. - Электрон. текстовые дан. - -on-line. - Режим дост: <a href="http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970412022.html">http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970412022.html</a>		М. : ГЭОТАР-Медиа, 2012	1200 доступов
6	Электронно-библиотечная система «Консультант студента» для ВПО <a href="http://www.studmedlib.ru">www.studmedlib.ru</a>			
7	База данных «Электронная учебная библиотека» <a href="http://library.bashgmu.ru">http://library.bashgmu.ru</a>			