

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

**Кафедра медицинской физики с курсом информатики**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ  
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.

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

**Актуальность.** Применение ультразвука в медицинской диагностике связано с возможностью получения изображения внутренних органов и структур. Основой метода является взаимодействие ультразвука с тканями тела человека. Ультразвуковые доплеровские методы являются эффективным средством неинвазивного исследования характеристик движения тканей в организме человека и широко применяются в кардиологии и сосудистой диагностике.

**2. Цель занятия:** 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**: УК1, ОПК1

### **3. Необходимые базисные знания и умения:**

1) физика ставит задачи и создает необходимые для их решения математические методы, которые в дальнейшем служат базой для развития математической теории (теория дифференциального исчисления Ньютона для решения задачи о движении тел);

физических явлений, что часто приводит к созданию новой физической теории (теория электромагнитного поля Максвелла), которая в свою очередь приводит к развитию физической картины мира (в данном примере – электродинамической) и к возникновению новых физических проблем (специальная теория относительности); 3) физическая теория в своем развитии опирается на математический аппарат, который развивается и совершенствуется по мере его использования в физике (общая теория относительности и тензорный анализ, квантовая механика и матричное исчисление, элементарные частицы и теория групп).

**4. Вид занятия:** практическое занятие,

**5. Продолжительность занятия:** 4 часа

**6. Оснащение:**

6.1. Дидактический материал;

6.2. ТСО.

**7. Структура занятия:**

7.1. Организационный этап - проверка готовности группы к занятию внешний вид, отметка присутствующих, ознакомление с планом работы.

7.2. Контроль исходного уровня знаний обучающихся с применением тестов.

7.3. Ознакомление обучающихся с содержанием занятий. Изложение узловых вопросов темы данного занятия. Демонстрация преподавателем методики практических приемов по данной теме. Теоретический разбор темы. Опрос. Время в минутах: 60.

7.4. Самостоятельная работа обучающихся под руководством преподавателя 120 минут

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

**Таблица 1.** Технологическая карта занятия

№ п/п	Этапы занятия и их содержание	Время в	Наглядные пособия	Цель и характер	действия
-------	-------------------------------	---------	-------------------	-----------------	----------

		мину тах.		обучающий ся	преподаватель
1	2	3	4	5	6
1	Физические основы интроскопии ультразвуком (УЗ).	30	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить. Показать.
2	Эхо-импульсные и доплеровские ультразвуковые методы: Непрерывная доплерография (доплер). Импульсная доплерография. Ультразвуковая томография. Томография и ультразвуковое зондирование	60	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить.
3	Основные виды УЗ аппаратов	45	ДМ	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать
4	Выбор методики и аппаратуры при проведении УЗ исследований	45	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать.

Литература: (см. в приложении)

## Тема 2. Термография. Формирование медицинских изображений

**1. Актуальность.** Если у пациента подозревают недостаточность артериального кровообращения, то тело человека излучает тепло в меньшем количестве. Также при помощи таких измерений опытный грамотный специалист может обнаружить у пациента опухоль или воспалительный процесс. Раковые опухоли всегда излучают тепло в большом количестве, поэтому благодаря термографии можно обнаружить даже самые миниатюрные опасные новообразования. Важная особенность способа заключается в его абсолютной безопасности и отсутствии противопоказаний. Его применяют даже для профилактики раковых заболеваний и для наблюдения за ходом болезни и контролем правильности выбранного лечения.

**2. Цель занятия:** 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**: УК1, ОПК1

### 3. Необходимые базисные знания и умения:

1) физика ставит задачи и создает необходимые для их решения математические методы, которые в дальнейшем служат базой для развития математической теории (теория дифференциального исчисления Ньютона для решения задачи о движении тел);

физических явлений, что часто приводит к созданию новой физической теории (теория электромагнитного поля Максвелла), которая в свою очередь приводит к развитию физической картины мира (в данном примере – электродинамической) и к возникновению новых физических проблем (специальная теория относительности); 3) физическая теория в своем развитии опирается на математический аппарат, который развивается и совершенствуется по мере его использования в физике (общая теория относительности и тензорный анализ, квантовая механика и матричное исчисление, элементарные частицы и теория групп).

**4. Вид занятия:** практическое занятие,

**5. Продолжительность занятия:** 4 часа

**6. Оснащение:**

6.1. Дидактический материал;

6.2. ТСО.

**7. Структура занятия:**

7.1. Организационный этап - проверка готовности группы к занятию внешний вид, отметка присутствующих, ознакомление с планом работы.

7.2. Контроль исходного уровня знаний обучающихся с применением тестов.

7.3. Ознакомление обучающихся с содержанием занятий. Изложение узловых вопросов темы данного занятия. Демонстрация преподавателем методики практических приемов по данной теме. Теоретический разбор темы. Опрос. Время в минутах: 60.

7.4. Самостоятельная работа обучающихся под руководством преподавателя 120 минут

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

**Таблица 1.** Технологическая карта занятия

№ п/п	Этапы занятия и их содержание	Время в минутах.	Наглядные пособия	Цель и характер	действия
				обучающийся	преподаватель
1	2	3	4	5	6
1	Законы теплового излучения тел.	45	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить. Показать.
2	Ультрафиолетовое излучение.	45	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить.
3	Инфракрасное излучение.	45	ДМ	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать
4	Виды термографии: контактная холестерическая термография и телетермография.	45	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать.

Литература: см. в приложении

### **Тема 3. Физические основы применения ионизирующего излучения в диагностике. Математические задачи КТ томографии. Методы их решения.**

**1. Актуальность.** Рентгеновское излучение — электромагнитные волны, энергия фотонов которых лежит на шкале электромагнитных волн между ультрафиолетовым излучением и гамма-излучением. Рентгеновское излучение стали применять в медицине в связи с его большой проникающей способностью. Поначалу, рентгеновское излучение использовалось для

исследования переломов костей и определения местоположения инородных тел в теле человека. В настоящее время существует несколько методов, основанных на рентгеновском излучении.

**2. Цель занятия:** 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**: УК1, ОПК1

### **3. Необходимые базисные знания и умения:**

1) физика ставит задачи и создает необходимые для их решения математические методы, которые в дальнейшем служат базой для развития математической теории (теория дифференциального исчисления Ньютона для решения задачи о движении тел);

физических явлений, что часто приводит к созданию новой физической теории (теория электромагнитного поля Максвелла), которая в свою очередь приводит к развитию физической картины мира (в данном примере – электродинамической) и к возникновению новых физических проблем (специальная теория относительности); 3) физическая теория в своем развитии опирается на математический аппарат, который развивается и совершенствуется по мере его использования в физике (общая теория относительности и тензорный анализ, квантовая механика и матричное исчисление, элементарные частицы и теория групп).

**4. Вид занятия:** практическое занятие,

**5. Продолжительность занятия:** 6 часа

**6. Оснащение:**

6.1. Дидактический материал;

6.2. ТСО.

**7. Структура занятия:**

7.1. Организационный этап - проверка готовности группы к занятию внешний вид, отметка присутствующих, ознакомление с планом работы.

7.2. Контроль исходного уровня знаний обучающихся с применением тестов.

7.3. Ознакомление обучающихся с содержанием занятий. Изложение узловых вопросов темы данного занятия. Демонстрация преподавателем методики практических приемов по данной теме. Теоретический разбор темы. Опрос. Время в минутах: 60.

7.4. Самостоятельная работа обучающихся под руководством преподавателя 210 минут

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

**Таблица 1.** Технологическая карта занятия

№ п/п	Этапы занятия и их содержание	Время в минутах.	Наглядные пособия	Цель и характер	действия
				обучающийся	преподаватель
1	2	3	4	5	6

1	Виды рентгеновского излучения и способы его получения.	60	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить. Показать.
2	Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом.	70	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить.
3	Применение рентгеновского излучения в медицине.	65	ДМ	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать
4	Радиационная медицина.	75	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать.

Литература: см. в приложении

#### **Тема 4. Рентгеновская компьютерная томография (КТ). Многослойная компьютерная томография (МКТ)**

**1. Тема и ее актуальность.** Слово «томография» происходит от греческих слов *τομή* – сечение и *γραφω* – пишу, т.е. «пишу по сечениям». Задачей же томографии является неразрушающее послойное исследование внутренней структуры объекта. РКТ – метод послойного исследования внутренней структуры объекта с помощью рентгеновского излучения. В отличие от обычных рентгеновских снимков, отражающих проекции перекрывающихся структур, при РКТ формируется изображение дискретных срезов объект, лежащих на различной глубине.

**2. Цель занятия:** 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**: УК1, ОПК1

#### **3. Необходимые базисные знания и умения:**

1) физика ставит задачи и создает необходимые для их решения математические методы, которые в дальнейшем служат базой для развития математической теории (теория дифференциального исчисления Ньютона для решения задачи о движении тел);

физических явлений, что часто приводит к созданию новой физической теории (теория электромагнитного поля Максвелла), которая в свою очередь приводит к развитию физической картины мира (в данном примере – электродинамической) и к возникновению новых физических проблем (специальная теория относительности); 3) физическая теория в своем развитии опирается на математический аппарат, который развивается и совершенствуется по мере его использования в

физике (общая теория относительности и тензорный анализ, квантовая механика и матричное исчисление, элементарные частицы и теория групп).

**4. Вид занятия:** практическое занятие,

**5. Продолжительность занятия:** 8 часа

**6. Оснащение:**

6.1. Дидактический материал;

6.2. ТСО.

**7. Структура занятия:**

7.1. Организационный этап - проверка готовности группы к занятию внешний вид, отметка присутствующих, ознакомление с планом работы.

7.2. Контроль исходного уровня знаний обучающихся с применением тестов.

7.3. Ознакомление обучающихся с содержанием занятий. Изложение узловых вопросов темы данного занятия. Демонстрация преподавателем методики практических приемов по данной теме. Теоретический разбор темы. Опрос. Время в минутах: 120.

7.4. Самостоятельная работа обучающихся под руководством преподавателя 240 минут

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

**Таблица 1.** Технологическая карта занятия

№ п/п	Этапы занятия и их содержание	Время в минутах.	Наглядные пособия	Цель и характер	действия
				обучающийся	преподаватель
1	2	3	4	5	6
1	Общие принципы томографии.	70	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить. Показать.
2	Классификация методов вычислительной томографии.	70	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить.
3	Односрезовая томография — пошаговая КТ. Объёмная томография — спиральная и мультиспиральная КТ.	70	ДМ	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать
4	Величины, измеряемые в КТ. Измерение объектов в КТ	70	ДМ	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать
5	Расчёт компьютерных томограмм. Режимы и параметры томографии.	80	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать.

Литература: см. в приложении



## Тема 5. Практическая работа на учебном макете КТ. Анализ изображений.

**1. Тема и ее актуальность.** Макет КТ-томографа демонстрирует принцип работы томографа. Это позволяет обучающемуся сформировать практические навыки работы на КТ-томографе и изучить его устройство. Компьютерная томограмма представляет собой карту распределения в плоскости коэффициентов ослабления рентгеновского излучения. Для её анализа требуются специальные знания и навыки. Поэтому чем лучше будет подготовка будущего врача, тем точнее будет его клинический диагноз.

**2. Цель занятия:** 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**: УК1, ОПК1

**3. Необходимые базисные знания и умения:**

1) физика ставит задачи и создает необходимые для их решения математические методы, которые в дальнейшем служат базой для развития математической теории (теория дифференциального исчисления Ньютона для решения задачи о движении тел);

физических явлений, что часто приводит к созданию новой физической теории (теория электромагнитного поля Максвелла), которая в свою очередь приводит к развитию физической картины мира (в данном примере – электродинамической) и к возникновению новых физических проблем (специальная теория относительности); 3) физическая теория в своем развитии опирается на математический аппарат, который развивается и совершенствуется по мере его использования в физике (общая теория относительности и тензорный анализ, квантовая механика и матричное исчисление, элементарные частицы и теория групп).

**4. Вид занятия:** практическое занятие,

**5. Продолжительность занятия:** 8 часа

**6. Оснащение:**

6.1. Дидактический материал;

6.2. ТСО.

**7. Структура занятия:**

7.1. Организационный этап - проверка готовности группы к занятию внешний вид, отметка присутствующих, ознакомление с планом работы.

7.2. Контроль исходного уровня знаний обучающихся с применением тестов.

7.3. Ознакомление обучающихся с содержанием занятий. Изложение узловых вопросов темы данного занятия. Демонстрация преподавателем методики практических приемов по данной теме. Теоретический разбор темы. Опрос. Время в минутах: 120.

7.4. Самостоятельная работа обучающихся под руководством преподавателя 240 минут

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

**Таблица 1.** Технологическая карта занятия

№ п/п	Этапы занятия и их содержание	Время в минутах.	Наглядные пособия	Цель и характер действия
-------	-------------------------------	------------------	-------------------	--------------------------

				обучающийся	преподаватель
1	2	3	4	5	6
1	Общее устройство КТ -томографа.	90	Учебный макет	Усвоить. Ответить.	Объяснить. Показать.
2	Практическая работа на КТ-томографе	90	Учебный макет	Усвоить. Ответить.	Объяснить.
3	Получение КТ-изображений	90	Учебный макет	Усвоить. Ответить.	Объяснить.
4	Расчёт компьютерных томограмм. Режимы и параметры томографии.	90	Учебный макет	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать.

Литература: см. в приложении

## **Тема 6. Использование радионуклидов в медицинской диагностике. Радиационная терапия. Элементы дозиметрии**

**1. Тема и ее актуальность.** Все органы в теле по-разному поглощают конкретные химические вещества. Эти знания помогают разработать диагностические радиофармпрепараты для изучения кровотока в головном мозге и функционирования органов, таких как сердце, легкие, печень, почки, кости (избыточная роста), и т. д. Это также помогает в прогнозировании последствий хирургического вмешательства и оценки изменений после начала лечения. Эта неинвазивная технология помогает в наблюдении за функциями органов и диагностики патологий.

Вообще ионизирующее излучение (неточный его синоним с более широким значением – радиация) имеет разрушающее действие на живые организмы, но при определенных условиях человек может использовать это себе на пользу. Из-за своих особенностей излучение позволяет получать уникальные и очень ценные для постановки точного и своевременного диагноза данные, делать сложные хирургические операции практически без разрезов. При лучевой терапии точно подведенная к опухоли доза излучения большой мощности способна разрушать раковые клетки, что позволяет людям выздоравливать.

Необходимость количественной оценки действия ионизирующего излучения на различные вещества живой и неживой природы привела к появлению дозиметрии.

**2. Цель занятия:** 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**: УК1, ОПК1

### **3. Необходимые базисные знания и умения:**

1) физика ставит задачи и создает необходимые для их решения математические методы, которые в дальнейшем служат базой для развития математической теории (теория дифференциального исчисления Ньютона для решения задачи о движении тел);

физических явлений, что часто приводит к созданию новой физической теории (теория электромагнитного поля Максвелла), которая в свою очередь приводит к развитию физической картины мира (в данном примере – электродинамической) и к возникновению новых физических проблем (специальная теория относительности); 3) физическая теория в своем развитии опирается на математический аппарат, который развивается и совершенствуется по мере его использования в физике (общая теория относительности и тензорный анализ, квантовая механика и матричное исчисление, элементарные частицы и теория групп).

**4. Вид занятия:** практическое занятие,

**5. Продолжительность занятия:** 6 часа

**6. Оснащение:**

6.1. Дидактический материал;

6.2. ТСО.

**7. Структура занятия:**

7.1. Организационный этап - проверка готовности группы к занятию внешний вид, отметка присутствующих, ознакомление с планом работы.

7.2. Контроль исходного уровня знаний обучающихся с применением тестов.

7.3. Ознакомление обучающихся с содержанием занятий. Изложение узловых вопросов темы данного занятия. Демонстрация преподавателем методики практических приемов по данной теме. Теоретический разбор темы. Опрос. Время в минутах: 60.

7.4. Самостоятельная работа обучающихся под руководством преподавателя 210 минут

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

**Таблица 1. Технологическая карта занятия**

№ п/п	Этапы занятия и их содержание	Время в минутах.	Наглядные пособия	Цель и характер действия	
				обучающийся	преподаватель
1	2	3	4	5	6
1	Диагностическое применение радионуклидов	60	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить. Показать.
2	Лечебное применение радионуклидов	70	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить.
3	Элементы дозиметрии ионизирующего излучения	65	ДМ	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать
4	Радиационная терапия и радиационная безопасность.	75	ДМ	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать

Литература: см. в приложении

## **Тема 7. Физические основы позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ)**

**1. Актуальность.** Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ), также как ОФЭКТ, является методом радиоизотопной диагностики, позволяющим получать информацию о функционировании

выбранного органа или всего тела путём исследования протекающих в нём метаболических процессов. Однако для ПЭТ используют изотопы, испускающие не гамма-кванты, как для ОФЭКТ, а позитроны – элементарные частицы, равные по массе электрону и заряженные положительно.

**2. Цель занятия:** 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**: УК1, ОПК1

### **3. Необходимые базисные знания и умения:**

1) физика ставит задачи и создает необходимые для их решения математические методы, которые в дальнейшем служат базой для развития математической теории (теория дифференциального исчисления Ньютона для решения задачи о движении тел);

физических явлений, что часто приводит к созданию новой физической теории (теория электромагнитного поля Максвелла), которая в свою очередь приводит к развитию физической картины мира (в данном примере – электродинамической) и к возникновению новых физических проблем (специальная теория относительности); 3) физическая теория в своем развитии опирается на математический аппарат, который развивается и совершенствуется по мере его использования в физике (общая теория относительности и тензорный анализ, квантовая механика и матричное исчисление, элементарные частицы и теория групп).

**4. Вид занятия:** практическое занятие,

**5. Продолжительность занятия:** 4 часа

### **6. Оснащение:**

6.1. Дидактический материал;

6.2. ТСО.

### **7. Структура занятия:**

7.1. Организационный этап - проверка готовности группы к занятию внешний вид, отметка присутствующих, ознакомление с планом работы.

7.2. Контроль исходного уровня знаний обучающихся с применением тестов.

7.3. Ознакомление обучающихся с содержанием занятий. Изложение узловых вопросов темы данного занятия. Демонстрация преподавателем методики практических приемов по данной теме. Теоретический разбор темы. Опрос. Время в минутах: 60.

7.4. Самостоятельная работа обучающихся под руководством преподавателя 120 минут

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

**Таблица 1.** Технологическая карта занятия

№ п/п	Этапы занятия и их содержание	Время в минутах.	Наглядные пособия	Цель и характер действия	
				обучающийся	преподаватель
1	2	3	4	5	6
1	Физический принцип ПЭТ	30	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить. Показать.
2	Аппаратура ПЭТ	45	Мультимедиа	Усвоить.	Объяснить.

				Ответить.	
3	Аппаратные артефакты	45	ДМ	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать
4	Возможности метода	30	Дм	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать
5	Анализ данных ПЭТ	30	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать.

Литература: см. в приложении.

## Тема 8. Шкала Хаунсфилда. Формирование ПЭТ-томограмм и их анализ

**1. Тема и ее актуальность.** Программное обеспечение РКТ также позволяет произвести масштабные измерение полученного изображения, выделить зоны интереса и т. д. Но особенно важным является возможность получения количественной характеристики плотности тканей, которая измеряется в условных единицах – единицах Хаунсфилда.

Изображение (снимок), формируемое при распаде радиоактивных меток, показывает, как функционируют части тела человека. Различные энергетические уровни позитронов отображаются в виде градаций яркости и цвета. Самое главное преимущество ПЭТ перед другими видами исследований заключается в том, что может показать, как функционируют части тела пациента, а не только то, как они выглядят. Исследователи считают этот аспект особенно ценным.

**2. Цель занятия:** 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**: УК1, ОПК1

**3. Необходимые базисные знания и умения:**

1) физика ставит задачи и создает необходимые для их решения математические методы, которые в дальнейшем служат базой для развития математической теории (теория дифференциального исчисления Ньютона для решения задачи о движении тел);

физических явлений, что часто приводит к созданию новой физической теории (теория электромагнитного поля Максвелла), которая в свою очередь приводит к развитию физической картины мира (в данном примере – электродинамической) и к возникновению новых физических проблем (специальная теория относительности); 3) физическая теория в своем развитии опирается на математический аппарат, который развивается и совершенствуется по мере его использования в физике (общая теория относительности и тензорный анализ, квантовая механика и матричное исчисление, элементарные частицы и теория групп).

**4. Вид занятия:** практическое занятие,

**5. Продолжительность занятия:** 2 часа

**6. Оснащение:**

- 6.1. Дидактический материал;
- 6.2. ТСО.

**7. Структура занятия:**

7.1. Организационный этап - проверка готовности группы к занятию внешний вид, отметка присутствующих, ознакомление с планом работы.

7.2. Контроль исходного уровня знаний обучающихся с применением тестов.

7.3. Ознакомление обучающихся с содержанием занятий. Изложение узловых вопросов темы данного занятия. Демонстрация преподавателем методики практических приемов по данной теме. Теоретический разбор темы. Опрос. Время в минутах: 30.

7.4. Самостоятельная работа обучающихся под руководством преподавателя 60 минут

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

**Таблица 1.** Технологическая карта занятия

№ п/п	Этапы занятия и их содержание	Время в минутах.	Наглядные пособия	Цель и характер действия	
				обучающийся	преподаватель
1	2	3	4	5	6
1	Виды бэта распада	30	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить. Показать.
2	Радионуклиды и радиофармпрепараты для ПЭТ	30	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить.
3	Обработка и интерпретация результатов ПЭТ	20	ДМ	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать
4	Клиническое применение ПЭТ	10	Дм	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать

Литература: см. в приложении

## **Тема 9. Физические основы магнитно-резонансной томографии (МРТ)**

**1.Актуальность.** Магнитно-резонансная томография — томографический метод исследования внутренних органов и тканей с использованием физического явления ядерного магнитного резонанса — метод основан на измерении электромагнитного отклика ядер атомов водорода на возбуждение их определённой комбинацией электромагнитных волн в постоянном магнитном поле высокой напряжённости. Метод ядерного магнитного резонанса позволяет изучать организм человека на основе насыщенности тканей организма водородом и особенностей их магнитных свойств, связанных с нахождением в окружении разных атомов и молекул. Магнитно-резонансная томография основана на ядерном магнитном резонансе (ЯМР). Магнитный момент, магнитный дипольный момент - основная величина, характеризующая магнитные свойства вещества. Магнитным моментом обладают элементарные частицы, атомные ядра, электронные оболочки атомов и молекул. Магнитный момент элементарных частиц (электронов, протонов, нейтронов и других), как показала квантовая механика, обусловлен существованием у них собственного механического момента — спина.

**2. Цель занятия:** 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**: УК1, ОПК1

### 3. Необходимые базисные знания и умения:

1) физика ставит задачи и создает необходимые для их решения математические методы, которые в дальнейшем служат базой для развития математической теории (теория дифференциального исчисления Ньютона для решения задачи о движении тел);

физических явлений, что часто приводит к созданию новой физической теории (теория электромагнитного поля Максвелла), которая в свою очередь приводит к развитию физической картины мира (в данном примере – электродинамической) и к возникновению новых физических проблем (специальная теория относительности); 3) физическая теория в своем развитии опирается на математический аппарат, который развивается и совершенствуется по мере его использования в физике (общая теория относительности и тензорный анализ, квантовая механика и матричное исчисление, элементарные частицы и теория групп).

**4. Вид занятия:** практическое занятие,

**5. Продолжительность занятия:** 4 часа

**6. Оснащение:**

6.1. Дидактический материал;

6.2. ТСО.

**7. Структура занятия:**

7.1. Организационный этап - проверка готовности группы к занятию внешний вид, отметка присутствующих, ознакомление с планом работы.

7.2. Контроль исходного уровня знаний обучающихся с применением тестов.

7.3. Ознакомление обучающихся с содержанием занятий. Изложение узловых вопросов темы данного занятия. Демонстрация преподавателем методики практических приемов по данной теме. Теоретический разбор темы. Опрос. Время в минутах: 60.

7.4. Самостоятельная работа обучающихся под руководством преподавателя 120 минут

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

**Таблица 1.** Технологическая карта занятия

№ п/п	Этапы занятия и их содержание	Время в минутах.	Наглядные пособия	Цель и характер	действия
				обучающийся	преподаватель
1	2	3	4	5	6
1	Условие резонанса ядра.	30	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить. Показать.
2	Физические основы ЯМР	45	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить.
3	Экранирование ядер	45	ДМ	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать
4	Химический сдвиг	30	ДМ	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать
5	Лабораторно-инструментальные методы исследования	30	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать.

Литература: см. в приложении

## Тема 10. Применение спин-спиновой релаксации ядер в медицине

**1. Актуальность:** наиболее полезную информацию для определения структуры в одномерном ЯМР-спектре даёт так называемое спин-спиновое взаимодействие между активными ЯМР ядрами. Это взаимодействие возникает в результате переходов между различными спиновыми состояниями ядер в химических молекулах, что приводит к расщеплению сигналов ЯМР. Это расщепление может быть простым и сложным и, как следствие, его либо просто интерпретировать, либо оно может запутать экспериментатора.

**2. Цель занятия:** 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**: УК1, ОПК1

### 3. Необходимые базисные знания и умения:

1) физика ставит задачи и создает необходимые для их решения математические методы, которые в дальнейшем служат базой для развития математической теории (теория дифференциального исчисления Ньютона для решения задачи о движении тел);

физических явлений, что часто приводит к созданию новой физической теории (теория электромагнитного поля Максвелла), которая в свою очередь приводит к развитию физической картины мира (в данном примере – электродинамической) и к возникновению новых физических проблем (специальная теория относительности); 3) физическая теория в своем развитии опирается на математический аппарат, который развивается и совершенствуется по мере его использования в физике (общая теория относительности и тензорный анализ, квантовая механика и матричное исчисление, элементарные частицы и теория групп).

**4. Вид занятия:** практическое занятие,

**5. Продолжительность занятия:** 4 часа

**6. Оснащение:**

- 6.1. Дидактический материал;
- 6.2. ТСО.

**7. Структура занятия:**

- 7.1. Организационный этап - проверка готовности группы к занятию внешний вид, отметка присутствующих, ознакомление с планом работы.
- 7.2. Контроль исходного уровня знаний обучающихся с применением тестов.
- 7.3. Ознакомление обучающихся с содержанием занятий. Изложение узловых



вопросов темы данного занятия. Демонстрация преподавателем методики практических приемов по данной теме. Теоретический разбор темы. Опрос. Время в минутах: 60.

7.4. Самостоятельная работа обучающихся под руководством преподавателя 120 минут

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

**Таблица 1.** Технологическая карта занятия

№ п/п	Этапы занятия и их содержание	Время в минутах.	Наглядные пособия	Цель и характер	действия
				обучающийся	преподаватель
1	2	3	4	5	6
1	Физический принцип ЯМР.	30	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить. Показать.
2	Связь ЯМР сигналов со структурой молекул	45	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить.
3	Получение спектров	45	ДМ	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать
4	Влияние соседних атомов на спектры	30	ДМ	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать
5	Идентификация спектров ЯМР	30	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать.

Литература: см. в приложении

## Тема 11. Применение спин-решеточной релаксации ядер в медицине

**1. Актуальность.** Подобно инфракрасной спектроскопии (ИС), ЯМР выявляет информацию о молекулярном строении химических веществ. Однако, он обеспечивает более полную информацию, чем ИС, позволяя изучать динамические процессы в образце — определять константы скорости химических реакций, величину энергетических барьеров внутримолекулярного вращения. Также ЯМР позволяет записывать спектры промежуточных частиц химических реакций. Эти особенности делают ЯМР-спектроскопию удобным средством как в теоретической органической химии, так и для анализа биологических объектов.

**2. Цель занятия:** 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**: УК1, ОПК1

### 3. Необходимые базисные знания и умения:

1) физика ставит задачи и создает необходимые для их решения математические методы, которые в дальнейшем служат базой для развития математической теории (теория дифференциального исчисления Ньютона для решения задачи о движении тел);

физических явлений, что часто приводит к созданию новой физической теории (теория электромагнитного поля Максвелла), которая в свою очередь приводит к развитию физической картины мира (в данном примере – электродинамической) и к возникновению новых физических проблем (специальная теория относительности); 3) физическая теория в своем развитии опирается на математический аппарат, который развивается и совершенствуется по мере его использования в физике (общая теория относительности и тензорный анализ, квантовая механика и матричное исчисление, элементарные частицы и теория групп).

**4. Вид занятия:** практическое занятие,

**5. Продолжительность занятия:** 4 часа

**6. Оснащение:**

6.1. Дидактический материал;

6.2. ТСО.

**7. Структура занятия:**

7.1. Организационный этап - проверка готовности группы к занятию внешний вид, отметка присутствующих, ознакомление с планом работы.

7.2. Контроль исходного уровня знаний обучающихся с применением тестов.

7.3. Ознакомление обучающихся с содержанием занятий. Изложение узловых вопросов темы данного занятия. Демонстрация преподавателем методики практических приемов по данной теме. Теоретический разбор темы. Опрос. Время в минутах: 60.

7.4. Самостоятельная работа обучающихся под руководством преподавателя 120 минут

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

**Таблица 1.** Технологическая карта занятия

№ п/п	Этапы занятия и их содержание	Время в минутах.	Наглядные пособия	Цель и характер	действия
				обучающийся	преподаватель
1	2	3	4	5	6
1	Физический принцип ЯМР.	30	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить. Показать.
2	Связь ЯМР сигналов со структурой молекул	45	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить.
3	Получение спектров	45	ДМ	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать
4	Влияние соседних атомов на спектры	30	ДМ	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать
5	Идентификация спектров ЯМР	30	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать.

Литература: см. в приложении

## Тема 12. Формирование изображений МРТ

**1. Актуальность.** Благодаря тому, что датчики устанавливаются непосредственно на исследуемый орган, в результате МРТ получается не обычная фотография, как рентгеновский снимок, а объемное изображение интересующего органа в нескольких плоскостях. Одно из преимуществ таких снимков, полученных данным методом – на изображении не видно костной ткани, что позволяет увидеть все физиологические особенности органов и срезов мягких тканей. Данный метод позволяет увидеть сосуды, мышцы и связки, нервы и другие ткани тела. Также возможно и измерение интересующих врача характеристик – скорости кровотока, температуры внутренних органов.

**2. Цель занятия:** 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**: УК1, ОПК1

### 3. Необходимые базисные знания и умения:

1) физика ставит задачи и создает необходимые для их решения математические методы, которые в дальнейшем служат базой для развития математической теории (теория дифференциального исчисления Ньютона для решения задачи о движении тел);

физических явлений, что часто приводит к созданию новой физической теории (теория электромагнитного поля Максвелла), которая в свою очередь приводит к развитию физической картины мира (в данном примере – электродинамической) и к возникновению новых физических проблем (специальная теория относительности); 3) физическая теория в своем развитии опирается на математический аппарат, который развивается и совершенствуется по мере его использования в физике (общая теория относительности и тензорный анализ, квантовая механика и матричное исчисление, элементарные частицы и теория групп).

**4. Вид занятия:** практическое занятие,

**5. Продолжительность занятия:** 4 часа

**6. Оснащение:**

6.1. Дидактический материал;

6.2. ТСО.

**7. Структура занятия:**

7.1. Организационный этап - проверка готовности группы к занятию внешний вид, отметка присутствующих, ознакомление с планом работы.

7.2. Контроль исходного уровня знаний обучающихся с применением тестов.

7.3. Ознакомление обучающихся с содержанием занятий. Изложение узловых вопросов темы данного занятия. Демонстрация преподавателем методики практических приемов по данной теме. Теоретический разбор темы. Опрос. Время в минутах: 60.

7.4. Самостоятельная работа обучающихся под руководством преподавателя 120 минут

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

**Таблица 1.** Технологическая карта занятия

№ п/п	Этапы занятия и их содержание	Время в минутах.	Наглядные пособия	Цель и характер	действия
				обучающийся	преподаватель
1	2	3	4	5	6
1	Физический принцип МРТ	30	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить. Показать.
2	Устройство МРТ-томографа	45	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить.
3	Показатели качества изображения. Построение изображения.	45	ДМ	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать
4	Виды изображений. Артефакты МР-изображений.	30	ДМ	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать
5	Техника безопасности при работе с МРТ	30	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать.

Литература: см. в приложении

### Тема 13. Динамическая контрастная МРТ

**1. Актуальность.** Одним из наиболее перспективных направлений использования контрастных веществ в диагностике объемных образований является метод динамической контрастной МР-томографии с болюсным введением контрастного препарата. Эта методика позволяет оценить не только факт накопления КВ в опухолевом узле, но и динамику процесса с определением количественных временных параметров накопления, что способствует получению дополнительной диагностической информации и может быть использовано при проведении дифференциальной диагностики объёмных образований. Однако следует признать, что метод все еще не нашел широкого применения в клинической практике.

**2. Цель занятия:** 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**: УК1, ОПК1

### 3. Необходимые базисные знания и умения:

1) физика ставит задачи и создает необходимые для их решения математические методы, которые в дальнейшем служат базой для развития математической теории (теория дифференциального исчисления Ньютона для решения задачи о движении тел);

физических явлений, что часто приводит к созданию новой физической теории (теория электромагнитного поля Максвелла), которая в свою очередь приводит к развитию физической

картины мира (в данном примере – электродинамической) и к возникновению новых физических проблем (специальная теория относительности); 3) физическая теория в своем развитии опирается на математический аппарат, который развивается и совершенствуется по мере его использования в физике (общая теория относительности и тензорный анализ, квантовая механика и матричное исчисление, элементарные частицы и теория групп).

**4. Вид занятия:** практическое занятие,

**5. Продолжительность занятия:** 2 часа

**6. Оснащение:**

6.1. Дидактический материал;

6.2. ТСО.

**7. Структура занятия:**

7.1. Организационный этап - проверка готовности группы к занятию внешний вид, отметка присутствующих, ознакомление с планом работы.

7.2. Контроль исходного уровня знаний обучающихся с применением тестов.

7.3. Ознакомление обучающихся с содержанием занятий. Изложение узловых вопросов темы данного занятия. Демонстрация преподавателем методики практических приемов по данной теме. Теоретический разбор темы. Опрос. Время в минутах: 30.

7.4. Самостоятельная работа обучающихся под руководством преподавателя 60 минут

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

**Таблица 1.** Технологическая карта занятия

№ п/п	Этапы занятия и их содержание	Время в минутах.	Наглядные пособия	Цель и характер	действия
				обучающийся	преподаватель
1	2	3	4	5	6
1	Контраст изображения	15	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить. Показать.
2	Контраст протонной плотности	15	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить.
3	Показатели качества изображения	20	ДМ	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать
4	Построение изображения и виды изображений.	20	ДМ	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать
5	Артефакты МРТ-изображений.	20	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать.

Литература: см. в приложении

## **Тема 14. Методы повышения чувствительности при проведении МРТ**

**1. Актуальность.** Несмотря на многочисленные достоинства данных магнитно-резонансных методов, они имеют существенный недостаток – низкую чувствительность для объектов в естественных условиях, т.е. относительно невысокое отношение сигнала к шуму, что приводит к необходимости длительного накопления сигнала для формирования достоверных

данных и отчетливого изображения. В настоящее время перспективными представляются подходы, позволяющие повысить чувствительность регистрации сигналов магнитного резонанса на 3-5 порядков величины, тем самым кардинально сократив время регистрации сигнала и подняв обнаружительную способность магнитно-резонансных методов. Среди этих подходов использование спиновой гиперполяризации ядер исследуемых веществ, т.е. создание существенной неравновесной поляризации ансамбля спинов. Альтернативным подходом для повышения чувствительности является применение нетрадиционных методов регистрации спектров ЯМР и ЭПР – для этого используются методы оптически детектируемого магнитного резонанса, методы спиновой химии и новые импульсные методики.

**2. Цель занятия:** 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**: УК1, ОПК1

**3. Необходимые базисные знания и умения:**

1) физика ставит задачи и создает необходимые для их решения математические методы, которые в дальнейшем служат базой для развития математической теории (теория дифференциального исчисления Ньютона для решения задачи о движении тел);

физических явлений, что часто приводит к созданию новой физической теории (теория электромагнитного поля Максвелла), которая в свою очередь приводит к развитию физической картины мира (в данном примере – электродинамической) и к возникновению новых физических проблем (специальная теория относительности); 3) физическая теория в своем развитии опирается на математический аппарат, который развивается и совершенствуется по мере его использования в физике (общая теория относительности и тензорный анализ, квантовая механика и матричное исчисление, элементарные частицы и теория групп).

**4. Вид занятия:** практическое занятие,

**5. Продолжительность занятия:** 2 часа

**6. Оснащение:**

- 6.1. Дидактический материал;
- 6.2. ТСО.

**7. Структура занятия:**

7.1. Организационный этап - проверка готовности группы к занятию внешний вид, отметка присутствующих, ознакомление с планом работы.

7.2. Контроль исходного уровня знаний обучающихся с применением тестов.

7.3. Ознакомление обучающихся с содержанием занятий. Изложение узловых вопросов темы данного занятия. Демонстрация преподавателем методики практических приемов по данной теме. Теоретический разбор темы. Опрос. Время в минутах: 30.

7.4. Самостоятельная работа обучающихся под руководством преподавателя 60 минут

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

**Таблица 1.** Технологическая карта занятия

№ п/п	Этапы занятия и их содержание	Время в минутах.	Наглядные пособия	Цель и характер	действия
				обучающийся	преподаватель
1	2	3	4	5	6
1	Методы повышения	15	Мультимедиа	Усвоить.	Объяснить.

	чувствительности при проведении МРТ			Ответить.	Показать.
2	Возможности МРТ	15	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить.
3	Достоинства и недостатки метода	20	ДМ	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать
4	Области применения МРТ	20	ДМ	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать
5	Перспективы развития методов томографии	20	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать.

Литература: см в приложении

## Тема 15. Практическая работа на учебном макете МРТ. Анализ изображений

**1. Актуальность.** Макет МРТ-томографа демонстрирует принцип работы томографа. Это позволяет обучающемуся сформировать практические навыки работы на МРТ-томографе и изучить его устройство. Для получения изображения магнитно-резонансный томограф (МРТ) не использует рентгеновское излучение. Пациента помещают в сильное магнитное поле, это приводит к тому, что все атомы водорода в теле пациента выстраиваются параллельно направлению магнитного поля. В этот момент аппарат посылает электромагнитный сигнал, перпендикулярно основному магнитному полю. Атомы водорода, имеющие одинаковую с сигналом частоту, «возбуждаются» и генерируют свой сигнал, который улавливается аппаратом. Разные виды тканей (кости, мышцы, сосуды и т.д.) имеют различное количество атомов водорода и поэтому они генерируют сигнал с различными характеристиками. Томограф распознает эти сигналы, дешифрует их и строит изображение. МРТ позволяет получать изображение тонких слоев тела человека в любом сечении — во фронтальной, сагиттальной, аксиальной и косых плоскостях. МРТ- томограмма представляет собой карту распределения в плоскости плотности протонов в организме. Для её анализа требуются специальные знания и навыки. Поэтому чем лучше будет подготовка будущего врача, тем точнее будет его клинический диагноз.

**2. Цель занятия:** 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**: УК1, ОПК1

### 3. Необходимые базисные знания и умения:

1) физика ставит задачи и создает необходимые для их решения математические методы, которые в дальнейшем служат базой для развития математической теории (теория дифференциального исчисления Ньютона для решения задачи о движении тел);

физических явлений, что часто приводит к созданию новой физической теории (теория электромагнитного поля Максвелла), которая в свою очередь приводит к развитию физической картины мира (в данном примере – электродинамической) и к возникновению новых физических проблем (специальная теория относительности); 3) физическая теория в своем развитии опирается на математический аппарат, который развивается и совершенствуется по мере его использования в физике (общая теория относительности и тензорный анализ, квантовая механика и матричное исчисление, элементарные частицы и теория групп).

**4. Вид занятия:** практическое занятие,

**5. Продолжительность занятия:** 4 часа

**6. Оснащение:**

6.1. Дидактический материал;

6.2. ТСО.

**7. Структура занятия:**

7.1. Организационный этап - проверка готовности группы к занятию внешний вид, отметка присутствующих, ознакомление с планом работы.

7.2. Контроль исходного уровня знаний обучающихся с применением тестов.

7.3. Ознакомление обучающихся с содержанием занятий. Изложение узловых вопросов темы данного занятия. Демонстрация преподавателем методики практических приемов по данной теме. Теоретический разбор темы. Опрос. Время в минутах: 60.

7.4. Самостоятельная работа обучающихся под руководством преподавателя 120 минут

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

**Таблица 1.** Технологическая карта занятия

№ п/п	Этапы занятия и их содержание	Время в минутах.	Наглядные пособия	Цель и характер	действия
				обучающийся	преподаватель
1	2	3	4	5	6
1	Основы ЯМР	60	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить. Показать.
2	Устройство ЯМР спектрометра	30	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить.
3	Техника безопасности при работе с ЯМР	45	ДМ	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать
4	Импульсный ЯМР спектрометр	45	ДМ	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать

Литература: см. в приложении

## **Тема 16, 17. Принципы построения 3D изображений анатомических структур. Сравнительный анализ методов визуализации. Итоговое занятие.**

**1. Тема и ее актуальность.** В настоящее время всё более возрастает потребность в использовании персонифицированных моделей анатомических объектов как непосредственно в клинической практике, так и в математическом моделировании различных процессов в клинических исследованиях. Наличие реалистичных анатомических моделей позволяет хирургам более качественно осуществлять необходимую предоперативную подготовку. Этот процесс является чрезвычайно важным, в частности, в онкологии. Используя анатомическую модель, можно неинвазивно получить информацию о положении опухоли, структуре сосудистой системы



в её окрестности, измерить объём опухоли относительно общего объёма органа для принятия решения о возможности проведения операции. Существует ряд задач математического моделирования, в которых анатомические модели необходимы для задания расчётной области. Примером таких задач является моделирование электрокардиографии. Анатомические модели необходимы для задания расчётной области при современном планировании лучевой терапии. Использование модели облучаемых анатомических структур позволяет определить оптимальное количество источников, рассчитать интенсивность излучения каждого из них, а также их положение в пространстве таким образом, что облучение здоровых клеток минимизируется, а большая часть энергии направляется на область, поражённую больными клетками.

Таким образом, широкий спектр задач медицины, требующих учёта анатомических особенностей конкретного пациента, объясняет необходимость создания персонифицированных анатомических моделей.

**2. Цель занятия:** 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**: УК1, ОПК1

### **3. Необходимые базисные знания и умения:**

1) физика ставит задачи и создает необходимые для их решения математические методы, которые в дальнейшем служат базой для развития математической теории (теория дифференциального исчисления Ньютона для решения задачи о движении тел);

физических явлений, что часто приводит к созданию новой физической теории (теория электромагнитного поля Максвелла), которая в свою очередь приводит к развитию физической картины мира (в данном примере – электродинамической) и к возникновению новых физических проблем (специальная теория относительности); 3) физическая теория в своем развитии опирается на математический аппарат, который развивается и совершенствуется по мере его использования в физике (общая теория относительности и тензорный анализ, квантовая механика и матричное исчисление, элементарные частицы и теория групп).

**4. Вид занятия:** практическое занятие,

**5. Продолжительность занятия:** 4 часа

**6. Оснащение:**

6.1. Дидактический материал;

6.2. ТСО.

**7. Структура занятия:**

7.1. Организационный этап - проверка готовности группы к занятию внешний вид, отметка присутствующих, ознакомление с планом работы.

7.2. Контроль исходного уровня знаний обучающихся с применением тестов.

7.3. Ознакомление обучающихся с содержанием занятий. Изложение узловых вопросов темы данного занятия. Демонстрация преподавателем методики практических приемов по данной теме. Теоретический разбор темы. Опрос. Время в минутах: 60.

7.4. Самостоятельная работа обучающихся под руководством преподавателя 120 минут

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

**Таблица 1.** Технологическая карта занятия

№ п/п	Этапы занятия и их содержание	Время в минутах.	Наглядные пособия	Цель и характер	действия
				обучающийся	преподаватель
1	2	3	4	5	6
1	Возможности МРТ, КТ, УЗИ, ПЭТ	60	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить.
2	Достоинства и недостатки методов визуализации	60	Мультимедиа	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать
3	Перспективы развития методов томографии	60	ДМ	Усвоить. Ответить.	Объяснить. протестировать.

Литература: см. в приложении

**ПРИЛОЖЕНИЕ**

**Литература**  
**Основная литература**

<b>№ пп</b>	<b>Наименование</b>	<b>Автор (ы)</b>	<b>Год, место издания</b>	<b>Кол-во экземпляров</b>
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.htm">http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970424841.htm</a> 1	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**

<b>№ пп</b>	<b>Наименование</b>	<b>Автор (ы)</b>	<b>Год, место издания</b>	<b>Кол-во экземпляров</b>
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	Неограничен ный 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		М. : ГЭОТАР-	1200

	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>		Медиа, 2012	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>			