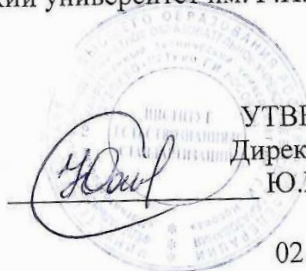




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИИиС
Ю.В. Сомова

02.02.2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОСНОВЫ МЕДИЦИНСКОЙ ТОМОГРАФИИ

Направление подготовки (специальность)
12.03.01 Приборостроение

Направленность (профиль/специализация) программы
Приборы и оборудование медицинского назначения

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

| | |
|---------------------|--|
| Институт/ факультет | Институт естествознания и стандартизации |
| Кафедра | Физики |
| Курс | 4 |
| Семестр | 8 |

Магнитогорск
2026 год

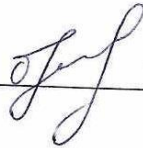
Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 945)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Физики 27.01.2026, протокол № 3

Зав. кафедрой  Д.М. Долгушин

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС 02.02.2026 г. протокол № 4

Председатель  Ю.В. Сомова

Рабочая программа составлена:
доцент каф. Физики кафедры Физики, канд. техн. наук  Кривко О.В.

Рецензент:
зав. кафедрой ПМИИ, д-р техн. наук  Извеков Ю.А.

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Д.М. Долгушин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Д.М. Долгушин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Д.М. Долгушин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2030 - 2031 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Д.М. Долгушин

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Сформировать у студентов понимание физических принципов, технических решений и областей применения методов медицинской томографии. Развить навыки анализа и проектирования томографических систем. Подготовить студентов к дальнейшей профессиональной деятельности в области разработки, обслуживания и модернизации медицинского томографического оборудования.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Основы медицинской томографии входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Физические основы получения информации (датчики и явления)

Цифровая обработка и фильтрация сигналов

Аналоговые измерительные устройства

Цифровые измерительные устройства

Электроника и микропроцессорная техника

Обработка экспериментальных данных на ЭВМ

Математика

Физика

Информатика и основы программирования

Биология

Применение пакетов прикладных программ для обработки информации

Атомный и ядерный магнетизм

Физиология с основами анатомии

Биофизика

Биохимия

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Проектная деятельность

Производственная – преддипломная практика

Электробезопасность при работе с медицинскими приборами и оборудованием

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Основы медицинской томографии» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции |
|----------------|---|
| ПК-1 | Способен выполнять комплексное техническое обслуживание биотехнических и медицинских аппаратов и систем |
| ПК-1.1 | Выполняет необходимые действия по вводу в эксплуатацию биотехнических и медицинских аппаратов и систем |
| ПК-1.2 | Осуществляет контроль технического состояния биотехнических и медицинских аппаратов и систем |
| ПК-1.3 | Осуществляет техническое обслуживание биотехнических и медицинских аппаратов и систем |

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 83,9 академических часов;
- аудиторная – 80 академических часов;
- внеаудиторная – 3,9 академических часов;
- самостоятельная работа – 24,4 академических часов;
- в форме практической подготовки – 6 академических часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 академических часов

Форма аттестации - экзамен

| Раздел/ тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа (в академических часах) | | | Самостоятельная работа студента | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код компетенции |
|---|---------|--|-----------|-------------|---------------------------------|--|---|------------------------|
| | | Лек. | лаб. зан. | практ. зан. | | | | |
| 1. Основы медицинской томографии | | | | | | | | |
| 1.1 Введение в медицинскую томографию | 8 | 2 | 4 | | 1 | Подготовка к лабораторным занятиям; Проработка лекций; Самостоятельное изучение учебной и научной литературы; Работа с электронными учебниками. | контрольная работа № 1 | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3 |
| 1.2 Физические основы рентгеновского излучения и его взаимодействие с веществом | | 2 | 4 | | 1 | Подготовка к лабораторным занятиям; Проработка лекций; Самостоятельное изучение учебной и научной литературы; Работа с электронными учебниками. | контрольная работа № 1 | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3 |
| 1.3 Принципы построения рентгеновских компьютерных томографов | | 2 | 2 | | 2 | Подготовка к лабораторным занятиям; Проработка лекций; Самостоятельное изучение | контрольная работа № 1 | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3 |

| | | | | | | | | |
|--|---|---|---|--|-----|--|------------------------|------------------------|
| | | | | | | лекций; Самостоятельное изучение учебной и научной литературы; Работа с электронными учебниками. | | |
| 1.9 Ультразвуковая и оптическая когерентная томография | 8 | 2 | 4 | | 2 | Подготовка к лабораторным занятиям; Проработка лекций; Самостоятельное изучение учебной и научной литературы; Работа с электронными учебниками. | контрольная работа № 3 | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3 |
| 1.10 Обработка и визуализация томографических данных | | 4 | 4 | | 3,4 | Подготовка к лабораторным занятиям; Проработка лекций; Самостоятельное изучение учебной и научной литературы; Работа с электронными учебниками. | | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3 |
| 1.11 Артефакты в томографии и методы их устранения | | 2 | 2 | | 1 | Подготовка к лабораторным занятиям; Проработка лекций; Самостоятельное изучение учебной и научной литературы; Работа с электронными учебниками. | | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3 |
| 1.12 Радиационная безопасность и этические аспекты | | 2 | 2 | | 1 | Подготовка к лабораторным занятиям; Проработка лекций; Самостоятельное изучение учебной и научной литературы; Работа с электронными учебниками. | | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3 |
| 1.13 Перспективные | | 2 | 2 | | 2 | Подготовка к | | ПК-1.1, ПК- |

| | | | | | | | | |
|---|---|----|----|--|------|--|---------|------------------------|
| направления развития томографии | | | | | | лабораторным занятиям; Проработка лекций; Самостоятельное изучение учебной и научной литературы; Работа с электронными учебниками. | | 1.2, ПК-1.3 |
| 1.14 Практические аспекты эксплуатации томографов | 8 | 2 | 10 | | 4 | Подготовка к лабораторным занятиям; Проработка лекций; Самостоятельное изучение учебной и научной литературы; Работа с электронными учебниками. | | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3 |
| Итого по разделу | | 32 | 48 | | 24,4 | | | |
| Итого за семестр | | 32 | 48 | | 24,4 | | экзамен | |
| Итого по дисциплине | | 32 | 48 | | 24,4 | | экзамен | |

5 Образовательные технологии

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3 томах. Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц : учебник для вузов / И. В. Савельев. — 16-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 320 с. — ISBN 978-5-507-50503-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/440198> (дата обращения: 05.03.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Медицинская техника цифровой медицины : учебное пособие / Н. Р. Букейханов, С. И. Гвоздкова, Д. И. Кулизаде, И. М. Чмырь. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. - 124 с. - ISBN 978-5-9729-1022-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1902683> (дата обращения: 11.03.2026). – Режим доступа: по подписке.

3. Илясов, Л. В. Физические основы и технические средства медицинской визуализации : учебное пособие для вузов / Л. В. Илясов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 324 с. — ISBN 978-5-8114-8112-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171857> (дата обращения: 11.03.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

в) Методические указания:

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

| Наименование ПО | № договора | Срок действия лицензии |
|-----------------------------|------------------------------|------------------------|
| MS Office 2007 Professional | № 135 от 17.09.2007 | бессрочно |
| 7Zip | свободно распространяемое ПО | бессрочно |
| AdobeReader | свободно распространяемое ПО | бессрочно |

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| Название курса | Ссылка |
|---|---|
| Электронная база периодических изданий ООО «ИВИС» | https://eivis.ru/ |
| Российская Государственная библиотека. Каталоги | https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/ |

| | |
|--|---|
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) | URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp |
|--|---|

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Лекционная аудитория включает:

Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Лаборатория «Атома, твердого тела, ядра» включает:

1. Установка для определения длины пробега частиц в воздухе.
2. Мерительный инструмент.

Аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации включают: интерактивная доска, проектор;

Мультимедийный проектор, экран.

Аудитории для самостоятельной работы с выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

компьютерные классы; читальные залы библиотеки Персональные компьютеры с пакетом MS Office, с выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета включают: персональные компьютеры с пакетом MS Office.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования включают: стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования. Инструменты для ремонта оборудования.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

6.1 Перечень контрольных вопросов по темам лекционного курса:

Перечень контрольных вопросов по лекционному курсу

1) Физические основы КТ

1. В чём заключается принцип послойной визуализации в КТ и чем он отличается от проекционной рентгенографии?
2. Какие механизмы взаимодействия рентгеновского излучения с веществом наиболее важны для КТ (80–140 кВ) и как они влияют на контраст?
3. Что такое линейный коэффициент ослабления μ и от каких факторов (энергия, Z , плотность) он зависит?
4. Как определяется шкала Хаунсфилда (HU)? Почему вода и воздух имеют фиксированные опорные значения?
5. Почему увеличение kV обычно уменьшает тканевой контраст и как это связано с вкладом фотоэффекта/Комптона?

2) Конструкция и узлы КТ-сканера (приборный аспект)

6. Назовите основные подсистемы КТ-сканера (трубка, коллимация, детекторы, DAS, гентри, стол, вычислитель) и их функции.
7. Какие требования предъявляются к рентгеновской трубке КТ по теплоёмкости, фокусному пятну и стабильности?
8. Для чего нужна пред- и постпациентская коллимация? Как коллимация связана с толщиной среза и дозой?
9. Как устроена система детектирования в многосрезовой КТ и что означает «ряды детекторов»?
10. Что такое DAS (Data Acquisition System) и какие этапы преобразования сигнала он включает (усиление, интегрирование, АЦП)?

3) Геометрия сканирования и режимы

11. В чём различие аксиального (step-and-shoot) и спирального (helical) сканирования с точки зрения движения стола и реконструкции?
12. Дайте определение параметра pitch. Как изменение pitch влияет на дозу, артефакты и продольное разрешение?
13. Что такое время оборота гентри и как оно влияет на артефакты движения и требования к системе привода/синхронизации?
14. Чем определяется зона покрытия по оси z за один оборот в многосрезовой КТ?

15. Какие ограничения накладывает механика вращения (slip-ring, балансировка) на выбор режимов сканирования?

4) Реконструкция изображения и алгоритмы

16. Опишите общую цепочку формирования изображения в КТ: «проекции → предобработка → реконструкция → постобработка».

17. В чём принцип фильтрованной обратной проекции (FBP) и почему требуется фильтрация?

18. В чём принципиальные отличия итеративной реконструкции от FBP (модель шума/системы, вычислительная цена, качество)?

19. Что такое реконструкционный фильтр (kernel) и как выбор kernel влияет на разрешение и шум?

20. Зачем в КТ применяют калибровки (air/water, детекторные), и что произойдёт при их нарушении?

5) Качество изображения (метрики и компромиссы)

21. Что понимают под пространственным разрешением in-plane и вдоль оси z? Какие параметры протокола на них влияют?

22. Что такое частичный объём (partial volume effect)? Приведите пример клинического проявления и инженерный способ уменьшения.

23. Дайте определения SNR и CNR. В каких задачах важнее CNR, чем SNR?

24. Что измеряет MTF и как она связана с оценкой разрешающей способности системы?

25. Что измеряет NPS и почему анализ распределения шума по частотам важен для сравнения реконструкций?

6)Arteфакты и методы их снижения

26. Что такое beam hardening: причины, типичные проявления и способы коррекции (аппаратные и программные)?

27. Какие причины кольцевых артефактов (ring artifacts) и какие шаги QC помогают их выявлять/устранять?

28. Почему металл вызывает полосовые артефакты (streaks)? Перечислите минимум 3 метода снижения (kV, MAR, IR, DECT и др.).

29. Как формируются артефакты движения и какие параметры протокола/реконструкции позволяют их уменьшить?

7) Доза и оптимизация протоколов

30. Объясните различия между CTDIvol, DLP и эффективной дозой: что именно характеризует каждый показатель и какие ограничения есть у CTDIvol/DLP при оценке риска?

6.2. Проектное задание (мини-эссе/защита)

Тема: «Как бы я модернизировал подсистему детектирования/реконструкции в КТ для снижения дозы при сохранении диагностического качества».

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства |
|--|--|---|
| ПК-1 Способен выполнять комплексное техническое обслуживание биотехнических и медицинских аппаратов и систем | | |
| ПК-1.1 | Выполняет необходимые действия по вводу в эксплуатацию биотехнических и медицинских аппаратов и систем | <p>Перечень вопросов</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что в КТ в наибольшей степени определяет контраст между мягкими тканями на изображении? 2. Запишите формулу для НУ и рассчитайте НУ, если $\mu_{\text{ткань}}=0,210 \text{ см}^{-1}$, $\mu_{\text{вода}}=0,200 \text{ см}^{-1}$. 3. Соотнесите механизм взаимодействия и его доминирующую роль в диапазоне энергий КТ ($\approx 80\text{--}140 \text{ кВ}$): Где доминирует Комптоновское рассеяние 4. Что такое «beam hardening», как он проявляется на изображениях и какие аппаратно-программные методы применяются для коррекции? 5. Нарисуйте блок-схему КТ-системы и подпишите основные узлы: рентгеновская трубка, коллимация, детектор, DAS/АЦП, система вращения (slip-ring), вычислительный блок реконструкции, консоль/рабочая станция. 6. Составьте сравнительную таблицу «сцинтилляционный детектор (solid-state) vs газовый (ксеноновый)» по 5 параметрам: эффективность, пространственное разрешение, стабильность, шум, конструктивные особенности. 7. Какие факторы улучшают пространственное разрешение в плоскости (in-plane)? 8. Небольшой очаг 3–4 мм в лёгком «теряется» на реконструкциях толщиной 5 мм. Объясните явление частичного объёма и предложите 3 изменения протокола/реконструкции для повышения выявляемости. 9. Дайте определение pitch и объясните, как увеличение pitch влияет на: <ol style="list-style-type: none"> а) дозу, б) артефакты интерполяции, в) качество изображения. |
| ПК-1.2 | Осуществляет контроль технического состояния биотехнических и медицинских аппаратов и систем | |
| ПК-1.3 | Осуществляет техническое обслуживание биотехнических и медицинских аппаратов и систем | |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства |
|----------------|----------------------------------|---|
| | | <p>10. Дайте определения MTF и NPS, а также поясните, чем отличаются SNR и CNR и где они применяются в оценке качества КТ.</p> <p>11. Сравните FBP и итеративные методы по: скорости, шуму, артефактам, вычислительной нагрузке, типичным областям применения.</p> <p>12. Для чего применяют «резкие» (bone) и «мягкие» (soft tissue) kernels?</p> <p>13. Определите артефакт и причину: Полосы между двумя плотными объектами (например, пломбы). Кольца, концентрические окружности. «Смаз»/двойные контуры органа. Искажения на границе кость–мягкие ткани при толстом спектре.</p> <p>14. Дано: $CTDI_{vol} = 8$ мГр, длина сканирования 35 см. а) Рассчитайте DLP. Поясните, чем $CTDI_{vol}$ принципиально отличается от эффективной дозы.</p> <p>15. Объясните принцип АЕС (по оси z и по углу), что является входными данными (сканограмма/локалайзер), и какие риски возникают при неправильном позиционировании пациента.</p> <p>16. Нужно обследование грудной клетки взрослого пациента: высокая детализация лёгких при ограничении дозы. Предложите набор параметров: kV, диапазон mAs/модуляция, pitch, время оборота, коллимация/толщина среза, kernel, итеративная реконструкция. Обоснуйте каждое решение.</p> <p>17. Какие факторы аппаратуры и протокола влияют на качество болюсного контрастирования (инжектор, скорость, задержка, время сканирования, длина покрытия)? Укажите минимум 5 факторов.</p> <p>18. Объясните принцип DECT и приведите 3 инженерно/клинически значимых применения (например, виртуальные моноэнергетические изображения, разложение материалов, выявление уратов и т.п.).</p> <p>19. Составьте краткий план QC для КТ (ежедневно/ежемесячно): какие параметры контролировать (однородность, шум, HU воды, геометрия, MTF/разрешение, артефакты, калибровка).</p> |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства |
|----------------|----------------------------------|--|
| | | <p>Практика по протоколам</p> <p><i>Практика 1. «Грудная клетка: лёгочные окна, низкая доза»</i></p> <p>Ситуация: взрослый пациент, скрининг/оценка мелких очагов.</p> <p>Требуется: предложить протокол: kV, АЕС/целевой шум (или диапазон mAs), pitch, время оборота, коллимация, толщина реконструкции (тонкая + толстая), kernel (lung + mediastinum), итеративная реконструкция.</p> <p>Критерии: обоснование влияния на шум/разрешение; корректная логика ALARA.</p> <p><i>Практика 2. «Голова (КТ мозга) без контраста: контроль артефактов»</i></p> <p>Ситуация: подозрение на кровоизлияние; важна однородность и контроль beam hardening от основания черепа.</p> <p>Требуется: параметры + приёмы снижения артефактов (угол наклона, фильтры, реконструкции, толщина).</p> <p>Критерии: понимание причины артефактов и способов их уменьшения.</p> <p><i>Практика 3. «Травма: КТ всего тела (быстро, но управляемо по дозе)»</i></p> <p>Ситуация: ограничено время, пациент может двигаться.</p> <p>Требуется: стратегия протокола по зонам (голова/грудь/живот-таз), приоритеты: время оборота, pitch, АЕС, реконструкции.</p> <p>Критерии: согласованность параметров, снижение артефактов движения, разумное покрытие.</p> <p><i>Практика 4. «КТ-ангиография (СТА): болюс и тайминг»</i></p> <p>Ситуация: СТА лёгочных артерий или аорты (на выбор).</p> <p>Требуется: выбрать kV (с учётом йода), скорость/объём контраста (концептуально), метод запуска (bolus tracking/тест-болюс), время сканирования, реконструкции.</p> <p>Критерии: связь kV ↔ контраст йода ↔ шум; корректный тайминг.</p> |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства |
|----------------|----------------------------------|--|
| | | <p><i>Практика 5. «Пациент крупного телосложения: как удержать качество»</i></p> <p>Ситуация: высокий шум, риск photon starvation. Требуется: изменения протокола (kV, mAs/AEC, итеративная реконструкция, kernel, толщины) и ожидаемые побочные эффекты. Критерии: инженерное понимание причины шума и способов компенсации без неоправданного роста дозы.</p> <p><i>Практика 6. «Металл в поле (эндопротез/пломбы): план снижения артефактов»</i></p> <p>Ситуация: тазобедренный эндопротез или стоматология. Требуется: набор мер: положение, kV, AEC ограничения, MAR, итеративная реконструкция, моноэнергетические реконструкции (если DECT), толщины/ядра. Критерии: реалистичный план + объяснение механизмов (beam hardening, голодание фотонов, рассеяние).</p> <p>Экзаменационные теоретические вопросы</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Принцип получения томографического изображения в КТ: от измерения ослабления до реконструкции среза. 2. Физические механизмы взаимодействия рентгеновского излучения с веществом (фотоэффект, Комптон): вклад в контраст КТ. 3. Линейный коэффициент ослабления μ: физический смысл, зависимость от энергии и состава вещества. 4. Шкала Хаунсфилда (HU): определение, формула, интерпретация типичных значений для тканей. 5. Спектр рентгеновского излучения трубки КТ: роль kV, фильтрации, «beam hardening» на уровне физики. 6. Конструктивная схема КТ-сканера: функции основных узлов (трубка, коллиматоры, детектор, DAS, гентри, стол, вычислитель). 7. Рентгеновская трубка в КТ: требования к теплоёмкости, фокусному пятну, стабильности; инженерные ограничения. 8. Коллимация в КТ: пред- и постпациентская, влияние на толщину среза, рассеяние и дозу. 9. Детекторные системы КТ: сцинтилляционные/полупроводниковые принципы, ключевые характеристики (DQE, стабильность, шум). 10. DAS и процесс формирования проекций: |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства |
|----------------|----------------------------------|---|
| | | <p>преобразование сигналов, динамический диапазон, источники ошибок.</p> <ol style="list-style-type: none"> 11. Режимы сканирования: аксиальный vs спиральный; особенности формирования данных и реконструкции. 12. Параметр pitch: определение, влияние на дозу, артефакты и продольное разрешение. 13. Влияние времени оборота гентри и параметров движения стола на артефакты движения и требования к механике. 14. Реконструкция FBP: логика фильтрации и обратной проекции, достоинства и ограничения. 15. Итеративные методы реконструкции: принцип, преимущества (шум/доза), ограничения и вычислительная стоимость. 16. Реконструкционные фильтры (kernels): как выбор kernel меняет MTF/шум и под какие задачи применяют. 17. Метрики качества изображения: SNR, CNR, MTF, NPS — что измеряют и как применяются в КТ. 18. Частичный объём (partial volume): причина, влияние на диагностические признаки, способы уменьшения. 19. Артефакты КТ: классификация (beam hardening, metal, ring, motion, photon starvation), причины и способы коррекции. 20. Дозовые показатели в КТ: CTDIvol, DLP, эффективная доза — различия, интерпретация и ограничения в практике. <p>Экзаменационные практические задания/кейсы</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Расчёт HU. Даны μ(ткань) и μ(вода). Рассчитать HU и интерпретировать (какая это «группа» тканей по плотности). 2. DLP. Дано CTDIvol и длина сканирования. Рассчитать DLP и указать, что этот показатель не отражает напрямую. 3. Pitch и доза/качество. Даны два протокола с разным pitch. Сравнить ожидаемую дозу и риски артефактов, предложить выбор под задачу. 4. Выбор протокола: лёгкие (низкая доза). Предложить параметры (kV, AEC/mAs, pitch, rotation time, толщины/ядра, IR) и обосновать. 5. Выбор протокола: КТ мозга без контраста. Предложить параметры и меры против beam hardening у основания черепа. 6. Металл в поле. Для случая эндопротеза/пломб предложить комплекс мер уменьшения артефактов (kV, MAR, IR, DECT/моноэнергетические реконструкции, толщины). 7. Артефакт «кольца». По описанию/картинке |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства |
|----------------|----------------------------------|--|
| | | <p>(преподаватель показывает) определить причину и составить план проверки (QC) и устранения.</p> <p>8. Частичный объём. Дано: очаг 4 мм «теряется» при срезах 5 мм. Объяснить причину и предложить изменения протокола/реконструкции.</p> <p>9. АЕС и позиционирование. Объяснить, как неверное центрирование пациента влияет на АЕС, дозу и шум; предложить профилактические меры.</p> <p>10. Контрастирование (СТА) — тайминг. Для СТА (аорта/ЛА на выбор) предложить принцип запуска (bolus tracking/тест-болус), kV и факторы, влияющие на качество болуса.</p> |

7.2 Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Основы компьютерной томографии» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание (задачу).

Показатели и критерии оценивания экзамена:

- на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
- на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.