

Учреждение образования
«Международный государственный экологический институт
имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета

УТВЕРЖДАЮ

Директор

МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ

О.И. Родькин

« 25 » 2025

Регистрационный № УД-1441-25 /уч.



ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ В МЕДИЦИНЕ

Учебная программа учреждения образования по учебной дисциплине для
специальности:

6-05-0533-03 Медицинская физика

Учебная программа составлена на основе ОСВО 6-05-0533-03-2023 от 01.09.2023 и учебного плана учреждения высшего образования для специальности 6-05-0533-03 Медицинская физика Рег.№158-23/уч. от 07.04.2023

СОСТАВИТЕЛЬ:

Е.В. Емельяненко, доцент кафедры ядерных и медицинских технологий учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова» БГУ, кандидат технических наук

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

М.Н. Петкевич, начальник отдела по инженерному обеспечению лучевой терапии ГУ «Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской радиологии имени Н.Н. Александрова», магистр по медицинской физике;

С.Е. Головатый, заведующий кафедрой экологического мониторинга и менеджмента учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой ядерных и медицинских технологий учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 11 от 20 июня 2025);

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 9 от 25 июня 2025)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Целью изучения дисциплины является профессиональная подготовка в изучении принципов медицинской визуализации и контроле качества визуализирующих систем и изображений.

Задачи учебной дисциплины – показать возможности современной медицинской визуализации с использованием примеров из практической деятельности и что знания и навыки, полученные в результате изучения данной дисциплины, могут использоваться магистрантами непосредственно при выполнении аттестационной работы магистра и в последующей профессиональной деятельности.

Учебная программа «Цифровая обработка изображений в медицине» - дисциплина модуля «Инженерия». Разработана для студентов специальности 6-05-0533-03 Медицинская физика в соответствии с требованиями образовательного стандарта и учебного плана специальности.

Стремительное развитие новых технологий и инструментальных средств диагностической визуализации обусловлено современными потребностями человечества в появлении новых систем и методов, расширяющих возможности клинического мониторинга и улучшающих качество жизни людей. Значительное повышение технического уровня развития современных неинвазивных диагностических систем за счет совершенствования аппаратной реализации и технологий производства делает системы диагностической визуализации незаменимыми в повседневной клинической практике. При этом, наряду с прогрессом инструментальных средств, весьма существенную роль в настоящее время начинают играть компьютерные методы обработки графической информации. Современные методики компьютерной обработки биомедицинских изображений обеспечивают улучшение изображений для их наилучшего визуального восприятия врачом-диагностом, эффективное сжатие изображений для надежного хранения и быстрой передачи данных по каналам связи. Правильный набор методов визуализации позволяет получить полную информацию о состоянии всех элементов исследования рассматриваемых структур.

Воспитательное значение учебной дисциплины «Цифровая обработка изображений в медицине» заключается в формировании у студентов научно-технического мировоззрения и цифровой культуры; развитии исследовательских умений, аналитических способностей и креативности, необходимых для решения задач медицинской визуализации и диагностики; развитии профессиональных компетенций и познавательной активности: инновационного подхода, точности в обработке данных, ответственности при работе с медицинскими изображениями и организованности; формировании способностей к профессиональному саморазвитию и самосовершенствованию в области цифровых медицинских технологий.

Изучение данной учебной дисциплины способствует созданию условий для формирования высококвалифицированного специалиста, которому присущи стремление к профессиональному совершенствованию, активное

внедрение современных методов цифровой обработки изображений в клиническую практику, гражданская ответственность при обеспечении качества диагностики и патриотизм, проявляющийся в развитии отечественных технологий медицинской визуализации.

Студент должен владеть следующими специализированными **компетенциями**: использовать современные методы и технологии обработки изображений для работы с медицинской информацией, анализировать характеристики исходных биологических материалов, используемых для создания изображений, применять методы получения и обработки пространственных данных, пространственного анализа и визуализации медико-биологической информации для решения профессиональных задач.

В результате освоения программы дисциплины студент должен:

знать:

- алгоритмы реконструкции изображения;
- устройство и принципы работы оборудования, используемого для медицинской визуализации;
- программное обеспечение для медицинской визуализации;
- методы получения и принципы обработки медицинского изображения;
- нормативные документы по контролю качества медицинских изображений;

уметь:

- определять модальность медицинского изображения;
- определять и классифицировать артефакты на медицинском изображении;
- работать с программным обеспечением для анализа изображений;
- оценивать качество медицинского изображения;

иметь навык:

- обработки и реконструкции медицинских изображений с использованием специализированного ПО;
- анализировать и интерпретировать медицинские изображения для диагностических целей;
- работы с оборудованием для медицинской визуализации (КТ, МРТ, УЗИ и др.);
- контроля качества медицинских изображений в соответствии с нормативными документами.

Дисциплина изучается в V семестре. Программа курса рассчитана на 98 часов, из которых 44 часа аудиторных (22 часа – лекционных, 22 часа – практических занятий).

Форма получения высшего образования – очная (дневная).

Форма промежуточной аттестации – зачет.

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение в медицинскую визуализацию. Обработка медицинских изображений. Хранение и анализ медицинских изображений

Общие характеристики медицинских диагностических изображений. Методы получения медицинских изображений. Обработка медицинских изображений. Радиомика. Программное обеспечение для обработки и анализа медицинских изображений. Стандарт DICOM в компьютерных медицинских технологиях.

Тема 2. Визуализация в рентгеновской диагностике

Рентгеновские трубки. Основные конструктивные элементы рентгеновских трубок. Приемники рентгеновского излучения: рентгеновские пленки, полупроводниковые приемники рентгеновского излучения, усилители рентгеновского изображения, цифровые приемники рентгеновского изображения. Принцип и особенности получения рентгеновского изображения. Характеристики рентгеновского изображения. Математический аппарат просвечивающей рентгенографии.

Тема 3. Визуализация в рентгено-компьютерной диагностике

Принцип работы и устройство компьютерного томографа. Современные технологии компьютерной томографии (КТ). Диагностические возможности КТ. Реконструкция изображений в компьютерной томографии. Режимы сканирования.Arteфакты изображений в компьютерной томографии. Arteфакты, вызванные физическими процессами. Arteфакты, вызванные пациентом. КТ изображения с контрастным усилением. Двухэнергетическая визуализация. Фантомы для контроля качества КТ изображений. Улучшение контраста изображений. Принципы и основные этапы контроля качества.

Тема 4. Визуализация в ядерной медицине

Позитронно-эмиссионная томография, совмещенная с компьютерной томографией. Конструкционные особенности ПЭТ/КТ. ПЭТ/МРТ, конструкционные особенности томографа. Детектирующая система ПЭТ. Этапы получения ПЭТ/КТ изображений. Arteфакты изображений в ПЭТ (аппаратные arteфакты, arteфакты сбора данных, arteфакты обработки данных). Реконструкционные алгоритмы изображений в ядерной медицине. Медицинские гамма-камеры. Основные физические характеристики гамма-камер. Пространственное разрешение. Контроль качества изображений в ядерной медицине. Протоколы контроля качества. Фантомы для контроля качества. Использование изображений ядерной медицины для планирования ЛТ. Гибридные системы (ПЭТ/МРТ).

Тема 5. Визуализация в нерадиационной медицине

Магнитно-резонансная томография. Физические основы МРТ, основные блоки МР-томографа, построение МР- изображения. Гибридные системы (ПЭТ/МРТ).

Эндоскопические методы визуализации (основные виды эндоскопического оборудования, принцип эндоскопического исследование, получение эндоскопического изображения).

Ультразвуковой метод визуализации. Взаимодействие ультразвуковых волн с биологическими тканями, ультразвуковое диагностическое изображение, артефакты в ультразвуковой диагностике, диагностическое значение метода.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(очная (дневная) форма получения высшего образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное	
1	2	3	4	5	6	7	9
1	Введение в медицинскую визуализацию. Обработка медицинских изображений. Хранение и анализ медицинских изображений	2	2				опрос, самост. раб.
2	Визуализация в рентгеновской диагностике	6	4				опрос, самост. раб.
3	Визуализация в рентгено-компьютерной диагностике	6	6				опрос, самост. раб.
4	Визуализация в ядерной медицине	6	4				опрос, самост. раб.
5	Визуализация в нерадиационной медицине	2	4				опрос, самост. раб.
	Контрольная работа		2				
	Итого	22	22				

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рекомендуемая литература

Основная:

1. Климанов, В. А. Ядерная медицина. Радионуклидная диагностика : учеб. пособие / В. А. Климанов. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2018. – 307 с.
2. Королук, И. П. Лучевая диагностика : учебник / И. П. Королук, Л. Д. Линденбрaten. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : БИНОМ, 2013. – 496 с.
3. Лучевая диагностика и лучевая терапия : учеб. пособие / А.И. Алешкевич, В.В. Рожковская, И.И. Сергеева [и др.]. – Минск : Новое знание, 2017. – 382 с.
4. Лучевая терапия (радиотерапия) : учебник / Г.Е. Труфанов, М.А. Асатурян, Г.М. Жаринов [и др.] ; под ред. Г.Е. Труфанова. – 3-е изд. перераб. и доп. – М. : ГЭОТАР–Медиа, 2018. – 208 с.
5. Романцова, И.В. Сборник задач по дозиметрии и защите от ионизирующих излучений : учебное пособие / И.В. Романцова, В.В. Ткаченко, В.А. Кутьков ; Мин-во науки и высшего образования РФ, Нац. исследовательский ядерный ун-т "МИФИ". – 3-е изд., доп. и перераб. – Москва : НИЯУ МИФИ, 2022. – 208 с.

Дополнительна:

6. Jensen, J. R. Introductory Digital Image Processing. A Remote Sensing Perspective=Вводная цифровая обработка изображений. Перспектива дистанционного зондирования / J. R. Jensen. – third edition. – USA : Upper Saddle River, NJ, 2005. – 526 p.
7. Бекман, И. Н. Ядерная медицина: физические и химические основы : учебник для бакалавриата и магистратуры / И. Н. Бекман . – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт , 2018. – 400 с.
8. Богданов, А. К. Практические применения современных методов анализа изображений в медицине / А. К. Богданов, В. Д. Проценко. – М : РУДН, 2008. – 77 с.
9. Богданова, Е. А. Визуализация данных 3D : учебное пособие / Е. А. Богданова, Е. И. Горожанина. – Самара : ПГУТИ, 2018. – 84 с.
10. Высокотехнологичные методы визуализации (физико-технические основы высокотехнологичных методов визуализации) : учебное пособие / А. А. Разинова, М. М. Гребенюк, А. В. Поздняков [и др.]. – Санкт-Петербург: СПбГПМУ, 2019. – 48 с.
11. 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.
12. Линденбрaten, Л. Д. Медицинская радиология (основы лучевой диагностики и лучевой терапии) : учебник / Л. Д. Линденбрaten, И. П. Королук. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М. : Медицина, 2000. – 672 с.
- Анисимов, Н. В. Магнитно-резонансная томография : управление контрастом

и междисциплинарные приложения / Н. В. Анисимов, С. С. Батова, Ю. А. Пирогов. – М : Физический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова, 2013. – 244 с.

13. Марченко, Е. С. Основы медицинской интроскопии : учебное пособие / Е. С. Марченко. – Томск : ТГУ, 2018. – 156 с.

14. Обмачевская, С. Н. Информационные технологии в профессиональной деятельности медицинских работников / С. Н. Обмачевская. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 184 с.

15. Трофимов, А. Г. Анализ медицинских изображений: курс лекций : учебное пособие / А. Г. Трофимов. – Москва : НИЯУ МИФИ, 2020. – 132 с.

16. Труфанов, Г. Е. Лучевая диагностика : учебник / Г. Е. Труфанов и др. ; под ред. Г. Е. Труфанова. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 496 с.

17. Уэстбрук, К. Магнитно-резонансная томография: справочник / К. Уэстбрук ; пер. с англ. – 3-е изд. – М. : Лаборатория знаний, 2018. – 400 с.

18. Федотов, А. А. Введение в цифровую обработку биомедицинских изображений : учебное пособие / А. А. Федотов. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 108 с.

19. Филюстин, А. Е. Основы МРТ в медицинской практике : практическое пособие для врачей / А. Е. Филюстин, Г. Д. Панасюк, А. В. Доманцевич. – Гомель : ГУ «РНПЦ РМиЭЧ», 2018. – 25 с.

Перечень рекомендуемых средств диагностики

Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений студентов рекомендуется использовать устные опросы, письменные контрольные работы или тесты по отдельным темам курса, защиту подготовленного студентом сообщения или реферата и индивидуальных заданий.

Инновационные методы и подходы к преподаванию дисциплины

При изучении дисциплины «Цифровая обработка изображений в медицине» рекомендуется использовать практико-ориентированный подход, который предполагает: освоение содержания образования через решения практических задач; приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности; ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов, развитие предпринимательской культуры; использование процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

При реализации данной дисциплины используются следующие виды учебных занятий: лекции, консультации, практические занятия, самостоятельная работа студентов.

В рамках лекционных занятий предусмотрено использование мультимедийных средств, а также специализированного программного обеспечения для просмотра и анализа диагностических изображений.

На практических занятиях студенты знакомятся с методами получения диагностических изображений, приобретают практические навыки в области

контроля качества современного диагностического оборудования. Контроль знаний проводят путем устных и письменных опросов на текущих занятиях.

Самостоятельная работа студентов может быть направлена на изучение научных статей, подготовку сообщений и рефератов, подготовку материалов, научных докладов, научно-исследовательских работ для участия в научно-практических конференциях, конкурсах.

Для организации самостоятельной работы студентов по курсу необходимо использовать современные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа, методические указания к практическим занятиям, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме для самоконтроля и др.).

При этом не ставится цель охватить все стороны предмета или заменить другие формы работы. Подбор заданий для самостоятельной работы направлен на формирование базовых предметных компетенций путем применения теоретических знаний в конкретных ситуациях, а также на развитие активности и самостоятельности студентов.

Качество самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего промежуточного и итогового контроля в форме устного опроса, коллоквиумов, контрольных работ по темам и разделам дисциплины (модулям).

Примерный перечень самостоятельных работ:

1. Анализ стандарта DICOM.
2. Сравнение методов медицинской визуализации.
3. Исследование артефактов в КТ-изображениях.
4. Работа с программным обеспечением для обработки изображений
5. Контроль качества медицинских изображений.
6. Анализ алгоритмов реконструкции изображений.
7. Исследование гибридных систем визуализации.

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. Основные методы медицинской визуализации и их сравнительные характеристики.
2. Принципы работы и устройство рентгеновских трубок. Характеристики рентгеновского изображения.
3. Алгоритмы реконструкции изображений в компьютерной томографии.
4. Особенности визуализации в ядерной медицине (ПЭТ/КТ, ПЭТ/МРТ).
5. Стандарт DICOM: структура, применение, преимущества.
6. Основные артефакты в медицинских изображениях и методы их устранения.
7. Принципы контроля качества медицинских изображений. Нормативные документы.

8. Программное обеспечение для обработки и анализа медицинских изображений.
9. Физические основы магнитно-резонансной томографии (МРТ).
10. Ультразвуковая диагностика: принципы, артефакты, диагностические возможности.
11. Роль радиомики в современной медицинской визуализации.
12. Применение искусственного интеллекта в обработке медицинских изображений.
13. Гибридные системы визуализации: преимущества и недостатки.
14. Методы улучшения контраста и качества медицинских изображений.
15. Воспитательное значение дисциплины "Цифровая обработка изображений в медицине" для формирования профессиональных компетенций.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Согласования с другими дисциплинами не требуется			