

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Кафедра лучевой диагностики и лучевой терапии

«УТВЕРЖДАЮ»



Проректор по профессиональному
образованию и межрегиональному
взаимодействию, директор ИПО,
д.м.н., МВА

С.А Палевская

«22» сентября 2022 г.

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации врачей
по специальностям 31.08.09 «Рентгенология», 31.08.08 «Радиология»
со сроком освоения 36 часов по теме
**«СИСТЕМА ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И КОМПЬЮТЕРНОЙ
ПОДДЕРЖКИ ДИАГНОСТИКИ (САД) В РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ»**
Форма обучения: очная

Программа рассмотрена и утверждена
на заседании кафедры
(протокол № 1 дата 25.08.22)
Заведующий кафедрой лучевой
диагностики и лучевой терапии,
д.м.н. А.В. Капонинов

«25» августа 2022 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Институт профессионального образования
Кафедра лучевой диагностики и лучевой терапии

«УТВЕРЖДЕНО»

Проректор по профессиональному
образованию и межрегиональному
взаимодействию, директор ИПО,
д.м.н., МВА

_____ С.А. Палевская
«__» _____ 2022 г.

**Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации врачей
по специальностям 31.08.09 «Рентгенология», 31.08.08 «Радиология»
со сроком освоения 36 часов по теме
«СИСТЕМА ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И КОМПЬЮТЕРНОЙ
ПОДДЕРЖКИ ДИАГНОСТИКИ (CAD) В РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ»**

Форма обучения: очная

Программа рассмотрена и утверждена
на заседании кафедры
(протокол №__ дата____)
Заведующий кафедрой лучевой
диагностики и лучевой терапии,
д.м.н. А.В. Капишников

_____ 2022 г.
«__» _____

Самара, 2022

1. Состав рабочей группы

по разработке дополнительной профессиональной программы повышения квалификации по теме «Система искусственного интеллекта и компьютерной поддержки диагностики (CAD) в рентгенологической практике»; основная специальность «Рентгенология»; дополнительные специальности «Радиология».

№ п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, учёное звание	Должность	Место работы
1	Пышкина Юлия Сергеевна	к.м.н., доцент	заведующая учебной частью кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии, доцент	ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России

2. Аннотация

Актуальность дополнительной профессиональной образовательной программы обусловлена необходимостью совершенствования профессиональных компетенций в области системы искусственного интеллекта и компьютерной поддержки диагностики (CAD) в лучевой диагностике в рамках имеющейся квалификации по специальностям «Рентгенология» и «Радиология», а также значимостью актуализации профессиональных компетенций в рамках имеющейся квалификации по специальности «Рентгенология». Во время обучения на цикле будут изучены вопросы использования в практической деятельности специалистов системы искусственного интеллекта и компьютерной поддержки диагностики (CAD) в лучевой диагностике. Содержание курса обучения состоит из нескольких разделов: 1. Введение в методологию распознавания образов на медицинских диагностических изображениях для систем компьютерной поддержки принятия решений врачом-рентгенологом. Основные принципы компьютерного анализа и обработки данных лучевой визуализации. 2. Клинические аспекты применения компьютерных систем поддержки диагностики (CAD-систем). 3. Планирование и контроль оперативных вмешательств на основе данных лучевых методов исследования (компьютерная система «Автоплан»). Курс включает симуляционное обучение: получение профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (практическая работа на АРМ врача); описание лучевых изображений при использовании системы искусственного интеллекта и компьютерной поддержки диагностики (CAD).

3. Общие положения

3.1. Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации по теме «Система искусственного интеллекта и компьютерной поддержки диагностики (CAD) в рентгенологической практике» (далее Программа), специальность «Рентгенология», представляет собой совокупность требований, обязательных при её реализации в рамках системы образования.

3.2. Направленность Программы - заключается в удовлетворении потребностей профессионального развития врачей-рентгенологов по вопросам диагностики патологии органов и систем с использованием системы искусственного интеллекта и компьютерной поддержки диагностики (CAD) и обеспечении соответствия квалификации у основных специалистов: врачей-рентгенологов и у специалистов дополнительной специальности: врачей-радиологов к меняющимся условиям профессиональной деятельности и социальной среды.

3.3. Цель Программ – систематизация, углубление и совершенствование профессиональных знаний, умений и навыков в области лучевой диагностики, с позиции современных рекомендаций, обеспечивающих совершенствование профессиональных компетенций, в рамках имеющейся квалификации у основных специалистов: врачей-рентгенологов, и дополнительной специальности: врачей-радиологов.

3.4. Задачи программы:

1. Обновление существующих теоретических знаний, методик и изучение передового практического опыта по вопросам использования системы искусственного интеллекта и компьютерной поддержки диагностики (CAD).
2. Усвоение и закрепление на практике профессиональных знаний, умений и навыков, обеспечивающих совершенствование профессиональных компетенций по вопросам лучевой диагностики, необходимых для выполнения профессиональных задач в рамках имеющейся квалификации врача-рентгенолога. Трудовые функции согласно Профессиональному стандарту «Врач - рентгенолог», которые осваиваются при освоении Программы: А/01.8 - Проведение рентгенологических исследований (в том числе компьютерных томографических) и магнитно-резонансно-томографических исследований и интерпретация их результатов; А/02.8 - Организация и проведение профилактических (скрининговых) исследований, медицинских осмотров, в том числе предварительных и периодических, диспансеризации, диспансерного наблюдения.

4. Характеристика программы

4.1. Трудоёмкость освоения Программы составляет 36 академических часов (1 академический час равен 45 мин.).

4.2. Программа реализуется в очной форме обучения на базе кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии.

К освоению Программы допускается следующий контингент (лица, завершившие обучение по программам специалитета, ординатуры, профессиональной переподготовки):

- основная специальность: Рентгенология - в соответствии с трудовой функцией А/01.8 - Проведение рентгенологических исследований (в том числе компьютерных томографических) и магнитно-резонансно-томографических исследований и интерпретация их результатов (из профессионального стандарта по специальности «Врач-рентгенолог» 2019 г.); А/02.8 - Организация и проведение профилактических (скрининговых) исследований, медицинских осмотров, в том числе предварительных и периодических, диспансеризации, диспансерного наблюдения (из профессионального стандарта по специальности «Врач-рентгенолог» 2019 г.);

- дополнительные специальности: Радиология - в соответствии с трудовой функцией А/01.8 - Проведение и интерпретация результатов диагностических радиологических исследований, в том числе совмещённых с компьютерной томографии (КТ), и магнитно-резонансной томографии (МРТ), лечение открытыми источниками ионизирующего излучения (ИИИ) злокачественных и доброкачественных заболеваний (из профессионального стандарта по специальности «Врач-радиолог» 2019 г.).

4.3. Для формирования профессиональных умений и навыков в Программе предусматривается обучающий симуляционный курс (далее – ОСК).

4.4. Содержание Программы построено в соответствии с модульным принципом, структурными единицами модуля являются разделы. Каждый раздел модуля подразделяется на темы, каждая тема - на элементы, каждый элемент – на подэлементы. Для удобства пользования программой в учебном процессе каждая его структурная единица кодируется. На первом месте ставится код раздела дисциплины (например, 1), на втором - код темы (например, 1.1), далее - код элемента (например, 1.1.1), затем – код подэлемента (например, 1.1.1.1). Кодировка вносит определенный порядок в перечень вопросов, содержащихся в программе, что, в свою очередь, позволяет кодировать контрольно-измерительные (тестовые) материалы в учебно-методическом комплексе (далее - УМК).

4.5. Учебный план определяет перечень, трудоёмкость последовательность и распределение модулей(разделов), устанавливает формы организации учебного процесса и их соотношение (лекции, ОСК, семинарские и практические занятия), формы контроля знаний и умений обучающихся. С учётом базовых знаний обучающихся и актуальности в Программу могут быть внесены изменения в распределение учебного времени,

предусмотренного учебным планом программы, в пределах 15% от общего количества часов.

4.6. Стажировка не предусмотрена.

4.7. В Программу включены планируемые результаты обучения, в которых отражаются требования профессиональных стандартов и квалификационных требований, указанных в квалификационных справочниках по соответствующим должностям, профессиям и специальностям.

4.8. Программа содержит требования к итоговой аттестации обучающихся, которая осуществляется в форме зачёта и выявляет теоретическую и практическую подготовку в соответствии с целями и содержанием программы.

4.9. Организационно-педагогические условия реализации Программы включают:

- а) тематику учебных занятий и их содержание для совершенствования компетенций;
- б) учебно-методическое и информационное обеспечение;
- в) материально-техническое обеспечение;
- г) кадровое обеспечение.

4.10. Связь Программы с профессиональными стандартами:

Наименование программы	Наименование выбранного профессионального стандарта	Код	Трудовая функция	Уровень квалификации
«Система искусственного интеллекта и компьютерной поддержки диагностики (CAD) в рентгенологической практике»	Врач-рентгенолог	A/01.8	Проведение рентгенологических исследований (в том числе компьютерных томографических) и магнитно-резонансно-томографических исследований и интерпретация их результатов	8
		A/02.8	Организация и проведение профилактических (скрининговых) исследований, медицинских осмотров, в том числе предварительных и периодических, диспансеризации, диспансерного наблюдения	8
	Врач-радиолог	A/01.8	Проведение и интерпретация результатов диагностических радиологических исследований, в том числе совмещённых с компьютерной томографии (КТ), и магнитно-резонансной томографии (МРТ), лечение открытыми источниками ионизирующего излучения (ИИИ) злокачественных и доброкачественных	8

			заболеваний профессионального стандарта по специальности «Врач-радиолог» 2019 г.)	(из
--	--	--	---	-----

5. Планируемые результаты обучения

5.1. Требования к квалификации: уровень профессионального образования высшее образование по одной из специальностей: «Лечебное дело», «Педиатрия», подготовка в интернатуре/ординатуре по специальности «Рентгенология».

5.2. Результаты обучения по Программе направлены на совершенствование профессиональных компетенций в рамках полученного ранее высшего профессионального образования по основной специальности «Рентгенология» и дополнительной специальности «Радиология», качественное изменение которой осуществляется в результате обучения.

Виды деятельности	Профессиональные компетенции	Практический опыт	Умения	Знания
ПК-4	Готовность к применению методов лучевой диагностики и интерпретации их результатов	Владеть современными методами лучевой диагностики. Владеть приемами компьютерной обработки цифровых диагностических изображений для оптимизации распознавания патологических изменений. Владеть системами компьютерной поддержки диагноза (CAdE, CAdx). Владеть современными стандартами медицинской визуализации (PACS, DICOM, RIS). Владеть терминологией доказательной радиологии.	Уметь определять показания к современным методам лучевой диагностики. Уметь оценить качество диагностического изображений и выбрать способы его оптимизации цифровыми методами. Уметь выбрать оптимальную систему компьютерной поддержки диагностики при различной патологии органов и систем. Уметь использовать методы и терминологию доказательной радиологии.	Знать современные цифровые методы лучевой диагностики. Знать возможности компьютерной обработки и анализа диагностических изображений. Знать принципы работы систем компьютерной поддержки диагноза. Знать основные приемы клинического использования CAD систем в лучевой диагностике. Знать терминологию, используемую в доказательной радиологии для оценки эффективности CAD-систем.

6. Календарный учебный план

Категория обучающихся: врачи-рентгенологи, врачи-радиологи.

Трудоёмкость: 36 академических часов.

Форма обучения: очная.

Образовательный процесс по программе может осуществляться в течение всего учебного года

Код	Наименование разделов, дисциплин и тем	1	2	3	4	5	Всего часов	В том числе			Форма контроля
		день	день	день	день	день		Л	ОСК	ПЗ	
1	Введение в методологию распознавания образов на медицинских диагностических изображениях для систем компьютерной поддержки принятия решений врачом-рентгенологом. Основные принципы компьютерного анализа и обработки данных лучевой визуализации	8	3				11	4	5	2	Тестирование
1.1.	Исторические этапы развития САД в лучевой диагностике. Предпосылки разработки систем компьютерной поддержки диагностики (САД-систем). Понятия САДе, САДх и сферы их применения. Место САД в программе «Цифровое здравоохранение». Социально значимые заболевания в свете возможностей современных систем лучевой диагностики. Интеграция КСПД и медицинских стандартов. Технологии получения основных типов гибридных изображений.	4					4	2		2	
1.2.	Цифровая рентгенодиагностика. Системы компьютерной поддержки диагноза. Сетевые решения. Современные способы обработки рентгенологических изображений. Оптимизация визуального восприятия изображения на основе гистограммы. Получение геометрических параметров диагностического изображения. Доказательная радиология в оценке	4	1				5	2	3		

	эффективности систем CAD, методов анализа и обработки изображений.										
1.3	Введение в методологию распознавания образов на медицинских диагностических изображениях для систем компьютерной поддержки принятия решений врачом-рентгенологом. Основные принципы компьютерного анализа и обработки данных лучевой визуализации.		2				2		2		
2	Клинические аспекты применения компьютерных систем поддержки диагностики (CAD-систем)		4	7			11	4	7		Решение ситуационных задач
2.1.	Экспертные системы. Механизмы самообучения рентгенологических CAD-систем. Искусственные нейронные сети в лучевой диагностике. Применение CAD-систем в онкопульмонологии. Низкодозовая КТ в раннем распознавании рака легких.		4	1			5	2	3		
2.2.	Применение CAD-систем в маммологии, кардиологии, заболеваниях кишечника, нейрорадиологии и ядерной медицине. Критерии QUADAS в рентгенологии для определения клинического значения систем компьютерной поддержки диагностики.			5			5	1	4		
2.3.	Клинические аспекты применения компьютерных систем поддержки диагностики (CAD-систем).			1			1	1			
3	Планирование и контроль оперативных вмешательств на основе данных лучевых методов исследования (компьютерная система «Автоплан»)				7	5	12	4	8		Решение ситуационных задач
3.1.	Персонифицированные анатомические модели. Технология контрастирования КТ и МРТ для анализа перфузии тканей. Принципы				5		5	2	3		

	количественной оценка динамики изменения опухоли для мониторинга лучевой терапии. Значение автоматизированной сегментации печени для точной локализации очагов поражения и сосудистого русла. Клинические критерии эффективности компьютерного моделирования хирургической операции.										
3.2.	Информационные технологии в интервенционной радиологии. Вычисление объема резекции печени по данным компьютерной томографии. Пульмонологические аспекты автоматизации количественного анализа КТ. Перспективы и проблемы развития CAD в рентгенологии. Расширение сферы использования CAD-систем в лучевой диагностике – парадигма или предмет дискуссии?				2	2	4	1	3		
3.3	Планирование и контроль оперативных вмешательств в компьютерной системе «Автоплан» на основе данных лучевых исследований.					3	3	1	2		
4	Итоговая аттестация					2	2				Зачет
Всего							36	12	20	2	2

* ПЗ - практические занятия, СЗ - семинарские занятия, Л-лекции, ОСК-обучающий симуляционный комплекс;

7. Рабочая программа «Система искусственного интеллекта и компьютерной поддержки диагностики (CAD) в рентгенологической практике»

Код	Наименование тем, элементов и подэлементов
1	Введение в методологию распознавания образов на медицинских диагностических изображениях для систем компьютерной поддержки принятия решений врачом-рентгенологом. Основные принципы компьютерного анализа и обработки данных лучевой визуализации
1.1.	Исторические этапы развития CAD в лучевой диагностике. Предпосылки разработки систем компьютерной поддержки диагностики (CAD-систем). Понятия CADe, CADx и сферы их применения. Место CAD в программе «Цифровое здравоохранение». Социально значимые заболевания в свете возможностей современных систем лучевой диагностики. Интеграция КСПД и медицинских стандартов. Технологии получения основных типов гибридных изображений.
1.2.	Цифровая рентгенодиагностика. Системы компьютерной поддержки диагноза. Сетевые решения. Современные способы обработки рентгенологических изображений. Оптимизация визуального восприятия изображения на основе гистограммы. Получение геометрических параметров диагностического изображения. Доказательная радиология в оценке эффективности систем CAD, методов анализа и обработки изображений.
1.3.	Введение в методологию распознавания образов на медицинских диагностических изображениях для систем компьютерной поддержки принятия решений врачом-рентгенологом. Основные принципы компьютерного анализа и обработки данных лучевой визуализации.
2	Клинические аспекты применения компьютерных систем поддержки диагностики (CAD-систем)
2.1.	Экспертные системы. Механизмы самообучения рентгенологических CAD-систем. Искусственные нейронные сети в лучевой диагностике. Применение CAD-систем в онкопульмонологии. Низкодозовая КТ в раннем распознавании рака легких.
2.2.	Применение CAD-систем в маммологии, кардиологии, заболеваниях кишечника, нейрорадиологии и ядерной медицине. Критерии QUADAS в рентгенологии для определения клинического значения систем компьютерной поддержки диагностики.
2.3.	Клинические аспекты применения компьютерных систем поддержки диагностики (CAD-систем).
3	Планирование и контроль оперативных вмешательств на основе данных лучевых методов исследования (компьютерная система «Автоплан»)
3.1.	Персонализированные анатомические модели. Технология контрастирования КТ и МРТ для анализа перфузии тканей. Принципы количественной оценка динамики изменения опухоли для мониторинга лучевой терапии. Значение автоматизированной сегментации печени для точной локализации очагов поражения и сосудистого русла. Клинические критерии эффективности компьютерного моделирования хирургической операции.
3.2.	Информационные технологии в интервенционной радиологии. Вычисление объема резекции печени по данным компьютерной томографии. Пульмонологические аспекты автоматизации количественного анализа КТ. Перспективы и проблемы развития CAD в рентгенологии. Расширение сферы использования CAD-систем в лучевой диагностике –

	парадигма или предмет дискуссии?
3.3	Планирование и контроль оперативных вмешательств в компьютерной системе «Автоплан» на основе данных лучевых исследований.
4	Итоговая аттестация

8. Организационно-педагогические условия реализации программы

8.1. Тематика учебных занятий и их содержание для совершенствования компетенций:

Тематика лекционных занятий:

№	Тема лекции	Содержание	Технология проведения	Совершенствуемые компетенции
1	Исторические этапы развития CAD в лучевой диагностике. Предпосылки разработки систем компьютерной поддержки диагностики (CAD-систем). Понятия CADe, CADx и сферы их применения. Место CAD в программе «Цифровое здравоохранение». Социально значимые заболевания в свете возможностей современных систем лучевой диагностики.	Исторические этапы развития CAD в лучевой диагностике. Предпосылки разработки систем компьютерной поддержки диагностики (CAD-систем). Понятия CADe, CADx и сферы их применения. Место CAD в программе «Цифровое здравоохранение». Социально значимые заболевания в свете возможностей современных систем лучевой диагностики.	Лекция	ПК-4
2	Цифровая рентгенодиагностика. Системы компьютерной поддержки диагноза. Сетевые решения. Современные способы обработки рентгенологических изображений. Оптимизация визуального восприятия изображения на основе гистограммы. Получение геометрических параметров диагностического изображения. Доказательная	Цифровая рентгенодиагностика. Системы компьютерной поддержки диагноза. Сетевые решения. Современные способы обработки рентгенологических изображений. Оптимизация визуального восприятия изображения на основе гистограммы. Получение геометрических параметров диагностического изображения. Доказательная радиология в оценке эффективности систем CAD, методов анализа и	Лекция	ПК-4

	радиология в оценке эффективности систем CAD, методов анализа и обработки изображений.	обработки изображений.		
3	Экспертные системы. Механизмы самообучения рентгенологических CAD-систем. Искусственные нейронные сети в лучевой диагностике. Применение CAD-систем в онкопульмонологии. Низкодозовая КТ в раннем распознавании рака легких.	Экспертные системы. Механизмы самообучения рентгенологических CAD-систем. Искусственные нейронные сети в лучевой диагностике. Применение CAD-систем в онкопульмонологии. Низкодозовая КТ в раннем распознавании рака легких.	Лекция	ПК-4
4	Применение CAD-систем в маммологии, кардиологии, заболеваниях кишечника, нейрорадиологии и ядерной медицине. Критерии QUADAS в рентгенологии для определения клинического значения систем компьютерной поддержки диагностики.	Применение CAD-систем в маммологии, кардиологии, заболеваниях кишечника, нейрорадиологии и ядерной медицине. Критерии QUADAS в рентгенологии для определения клинического значения систем компьютерной поддержки диагностики.	Лекция	ПК-4
5	Клинические аспекты применения компьютерных систем поддержки диагностики (CAD-систем).	Клинические аспекты применения компьютерных систем поддержки диагностики (CAD-систем).	Лекция	ПК-4
6	Персонализированные анатомические модели. Технология контрастирования КТ и МРТ для анализа перфузии тканей. Принципы количественной оценки динамики изменения опухоли	Персонализированные анатомические модели. Технология контрастирования КТ и МРТ для анализа перфузии тканей. Принципы количественной оценки динамики изменения опухоли для	Лекция	ПК-4

	для мониторинга лучевой терапии. Значение автоматизированной сегментации печени для точной локализации очагов поражения и сосудистого русла. Клинические критерии эффективности компьютерного моделирования хирургической операции.	мониторинга лучевой терапии. Значение автоматизированной сегментации печени для точной локализации очагов поражения и сосудистого русла. Клинические критерии эффективности компьютерного моделирования хирургической операции.		
7	Информационные технологии в интервенционной радиологии. Вычисление объема резекции печени по данным компьютерной томографии. Пульмонологические аспекты автоматизации количественного анализа КТ. Перспективы и проблемы развития CAD в рентгенологии. Расширение сферы использования CAD-систем в лучевой диагностике – парадигма или предмет дискуссии?	Информационные технологии в интервенционной радиологии. Вычисление объема резекции печени по данным компьютерной томографии. Пульмонологические аспекты автоматизации количественного анализа КТ. Перспективы и проблемы развития CAD в рентгенологии. Расширение сферы использования CAD-систем в лучевой диагностике – парадигма или предмет дискуссии?	Лекция	ПК-4
8	Планирование и контроль оперативных вмешательств в компьютерной системе «Автоплан» на основе данных лучевых исследований.	Планирование и контроль оперативных вмешательств в компьютерной системе «Автоплан» на основе данных лучевых исследований.	Лекция	ПК-4

Тематика практических занятий:

№	Тема занятия	Содержание	Технология проведения	Совершенствуемые компетенции
1	Исторические этапы развития САД в лучевой диагностике. Предпосылки разработки систем компьютерной поддержки диагностики (CAD-систем). Понятия САДе, САДх и сферы их применения. Место САД в программе «Цифровое здравоохранение». Социально значимые заболевания в свете возможностей современных систем лучевой диагностики. Интеграция КСПД и медицинских стандартов. Технологии получения основных типов гибридных изображений.	Исторические этапы развития САД в лучевой диагностике. Предпосылки разработки систем компьютерной поддержки диагностики (CAD-систем). Понятия САДе, САДх и сферы их применения. Место САД в программе «Цифровое здравоохранение». Социально значимые заболевания в свете возможностей современных систем лучевой диагностики. Интеграция КСПД и медицинских стандартов. Технологии получения основных типов гибридных изображений.	Практическое занятие	ПК-4

Тематика ОСК:

№	Тема занятия	Содержание	Технология проведения	Совершенствуемые компетенции
1	Цифровая рентгенодиагностика. Системы компьютерной поддержки диагноза. Сетевые решения. Современные способы обработки рентгенологических изображений. Оптимизация визуального восприятия изображения на основе	Цифровая рентгенодиагностика. Системы компьютерной поддержки диагноза. Сетевые решения. Современные способы обработки рентгенологических изображений. Оптимизация визуального восприятия изображения на основе	практическая работа на АРМ врача	ПК-4

	гистограммы. Получение геометрических параметров диагностического изображения. Доказательная радиология в оценке эффективности систем CAD, методов анализа и обработки изображений.	гистограммы. Получение геометрических параметров диагностического изображения. Доказательная радиология в оценке эффективности систем CAD, методов анализа и обработки изображений.		
2	Введение в методологию распознавания образов на медицинских диагностических изображениях для систем компьютерной поддержки принятия решений врачом-рентгенологом. Основные принципы компьютерного анализа и обработки данных лучевой визуализации.	Введение в методологию распознавания образов на медицинских диагностических изображениях для систем компьютерной поддержки принятия решений врачом-рентгенологом. Основные принципы компьютерного анализа и обработки данных лучевой визуализации.	практическая работа на АРМ врача	ПК-4
3	Экспертные системы. Механизмы самообучения рентгенологических CAD-систем. Искусственные нейронные сети в лучевой диагностике. Применение CAD-систем в онкопульмонологии. Низкодозовая КТ в раннем распознавании рака легких.	Экспертные системы. Механизмы самообучения рентгенологических CAD-систем. Искусственные нейронные сети в лучевой диагностике. Применение CAD-систем в онкопульмонологии. Низкодозовая КТ в раннем распознавании рака легких.	практическая работа на АРМ врача	ПК-4
4	Применение CAD-систем в маммологии, кардиологии,	Применение CAD-систем в маммологии, кардиологии,	практическая работа на АРМ врача	ПК-4

	заболеваниях кишечника, нейрорадиологии и ядерной медицине. Критерии QUADAS в рентгенологии для определения клинического значения систем компьютерной поддержки диагностики.	заболеваниях кишечника, нейрорадиологии и ядерной медицине. Критерии QUADAS в рентгенологии для определения клинического значения систем компьютерной поддержки диагностики.		
	Персонализированные анатомические модели. Технология контрастирования КТ и МРТ для анализа перфузии тканей. Принципы количественной оценки динамики изменения опухоли для мониторинга лучевой терапии. Значение автоматизированной сегментации печени для точной локализации очагов поражения и сосудистого русла. Клинические критерии эффективности компьютерного моделирования хирургической операции.	Персонализированные анатомические модели. Технология контрастирования КТ и МРТ для анализа перфузии тканей. Принципы количественной оценки динамики изменения опухоли для мониторинга лучевой терапии. Значение автоматизированной сегментации печени для точной локализации очагов поражения и сосудистого русла. Клинические критерии эффективности компьютерного моделирования хирургической операции.	практическая работа на АРМ врача	ПК-4
	Информационные технологии в интервенционной радиологии. Вычисление объема резекции печени по данным компьютерной томографии. Пульмонологические аспекты автоматизации количественного анализа КТ.	Информационные технологии в интервенционной радиологии. Вычисление объема резекции печени по данным компьютерной томографии. Пульмонологические аспекты автоматизации количественного анализа КТ.	практическая работа на АРМ врача	ПК-4

	Перспективы и проблемы развития CAD в рентгенологии. Расширение сферы использования CAD-систем в лучевой диагностике – парадигма или предмет дискуссии?	Перспективы и проблемы развития CAD в рентгенологии. Расширение сферы использования CAD-систем в лучевой диагностике – парадигма или предмет дискуссии?		
	Планирование и контроль оперативных вмешательств в компьютерной системе «Автоплан» на основе данных лучевых исследований.	Планирование и контроль оперативных вмешательств в компьютерной системе «Автоплан» на основе данных лучевых исследований.	практическая работа на АРМ врача	ПК-4

ДОТ и ЭО осуществляются на платформе Электронно-информационной образовательной среды СамГМУ <https://samsmu.ru/edu/>.

8.2. Учебно-методическое и информационное обучение:

Основная литература:

1. Лучевая диагностика: учебник / под ред. Г. Е. Труфанова. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 478 с. ил. - ISBN 978-5-9704-4419-1. - Текст: непосредственный. УДК 616-073.75(075.8)
2. Мёллер, Т.Б. Норма при рентгенологических исследованиях / Т.Б. Мёллер; перевод с немецкого под общей редакцией Ш.Ш. Шотемора. - 4-е изд. - Москва: МЕДпресс-информ, 2018. - 288 с.: ил. - ISBN 978-5-00030-522-5. - Текст: непосредственный. УДК 616-073.75

Дополнительная литература:

1. Васильев, А.Ю. Анализ данных лучевых методов исследования на основе принципов доказательной медицины: Учеб. пособие для системы послевуз. проф. образ. врачей / А. Ю. Васильев, А. Ю. Малый, Н. С. Серова. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 25 с.
2. Виртуальное хирургическое моделирование на основе данных компьютерной томографии / Федоров В.Д., Кармазановский Г.Г., Гузеева Е.Б., Цвиркун В.В. – М.: «Видар», 2003. – 184 с.
3. Гонсалес Р., Вудс Р.Л Цифровая обработка изображений: Пер. с англ. М.: Техносфера, 2005.
4. Грэй М.Л., Эйлинэни Дж. М. Патология при КТ и МРТ. Пер. с англ. М.: МЕДпресс-Календер В. Компьютерная томография. Основы, техника, качество изображения и области клинического использования: Пер. с англ. М.: Техносфера, 2006.
5. Королюк И., Линденбратен Л. Лучевая диагностика: учебник. – Изд. 3-е, доп. и перераб. – М.: «Бином», 2013. – 496 с.
6. Прэтт У. Цифровая обработка изображений: Пер. с англ. М.: Мир, 1982. Т. 1, 2.
7. Технические средства медицинской интроскопии. Под ред. Леонова Б.И. М.: Медицина, 1989 г.

8. Физика визуализации изображений в медицине: Пер. с англ. / Под ред. С. Уэбба. М.: Мир, 1991. Т. 1,2.
9. Цыб А.Ф., Королук И.П., Капишников А.В. Беседы о ядерной медицине. – Изд. 2-е, доп. и перераб. – М.: «Медицина», 2009. – 192 с.

Базы данных, информационно-справочные системы:

1. <http://www.4medic.ru/> - информационный портал для врачей и студентов
2. <http://www.sportmedicine.ru> - электронные медицинские книги
3. www.pubmed.com - электронная база данных медицинских и биологических публикаций.
4. <http://elibrary.ru/defaultx.asp> - научная электронная библиотека.
5. <http://www.infostat.ru/> - электронные версии статистических публикаций.
6. <http://diss.rsl.ru/> - электронная библиотека диссертаций РГБ.
7. <https://edu.rosminzdrav.ru/> - Портал непрерывного медицинского и фармацевтического образования Минздрава России [Электронный ресурс].
8. <http://fzma.ru/> - Методический Центр аккредитации специалистов.
9. <http://www.consultant.ru> Компьютерная справочная правовая система. «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс].
10. <http://www.biblioclub.ru/> - электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн».
11. <https://www.medlib.ru> - ЭБС «Медицинская библиотека «MEDLIB.RU».
12. <http://www.rosmedlib.ru> - Электронная медицинская библиотека «Консультант врача».
13. <https://rosomed.ru/> - Российское Общество Симуляционного Обучения в Медицине.

8.3. Материально-техническое обеспечение, необходимое для организации всех видов дисциплинарной подготовки:

1. Учебные аудитории, оснащенные материалами и оборудованием для проведения учебного процесса, в том числе электронного обучения;
2. Клинические базы ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России;
3. ОСК: место проведения – учебный корпус ул. Гагарина, 18, кафедра лучевой диагностики и лучевой терапии, в учебных кабинетах на компьютерах программа «Автоматизированное рабочее место обработки медицинских изображений» с загруженными учебными лучевыми изображениями.
4. Дистанционные и электронные ресурсы для самостоятельной подготовки обучающихся, в частности Электронно-информационная образовательная среда СамГМУ <https://samsmu.ru/edu/>.

8.4. Кадровое обеспечение. Реализация Программы осуществляется профессорско-преподавательским составом, состоящим из специалистов, систематически занимающихся научной и научно-методической деятельностью со стажем работы в системе высшего и/или дополнительного профессионального образования в сфере здравоохранения не менее 5 лет.

9. Формы контроля и аттестации

- 9.1. Текущий контроль хода освоения учебного материала проводится в форме тестирования.
- 9.2. Промежуточный контроль проводится в форме тестирования, решения ситуационных задач
- 9.2. Итоговая аттестация обучающихся по результатам освоения дополнительной профессиональной программы повышения квалификации проводится в форме зачёта, предусматривающего ответы на контрольные вопросы.
- 9.3. Обучающиеся допускаются к итоговой аттестации после изучения Программы в объёме, предусмотренном учебным планом.

9.4. Обучающиеся, освоившие Программу и успешно прошедшие итоговую аттестацию, получают удостоверение о повышении квалификации установленного образца.

10. Оценочные средства

Перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Классификация медицинских диагностических изображений.
2. Большие данные (Big Data) в лучевой диагностике. Значение индексирования диагностических изображений для работы с большими массивами визуальных данных в цифровом здравоохранении.
3. Технология РЭОП - оцифровки видеосигнала рентгеновского электронно-оптического преобразователя.
4. Компьютерная радиография (CR) с помощью стимулируемых (запоминающих) люминофоров.
5. Цифровая радиографии (DR): система «экран - оптика - ПЗС»; сканирующие системы; полноформатные приемники (фотодетекторы с люминофором и прямое преобразование аморфным селеном).
6. Этапы компьютерной обработки и анализа диагностического изображения: фильтрация, сегментация, распознавание и классификация.
7. Значение частотно-контрастной характеристики (ЧКХ) зрительного анализатора и диагностического изображения для распознавания патологических изменений.
8. Динамический диапазон, контрастная чувствительность и пространственное разрешение цифрового рентгеновского изображения. Оптимизации яркостных характеристик.
9. Статистические и текстурные характеристики медицинских диагностических изображений.
10. Рентгенологические информационные технологии и стандарты (PACS, RIS, QUADAS).
11. Критерии стадирования и прогрессирования опухоли при компьютерном анализе по BIRADS и RECIST.
12. Принцип объемного рендеринга (VR) для построения персонализированных диагностических моделей.
13. Метод отображения затененной поверхности (SSD): преимущества, ограничения и области применения.
14. Особенности сегментации воксельных массивов диагностического изображения при выделении костных, мягкотканых и сосудистых структур и патологических процессов.
15. Проекция максимальной (MIP) и минимальной (MinIP) интенсивности. Принцип реформации и области клинического применения.
16. Искусственные нейронные сети в лучевой диагностике. Концепция глубинного обучения (Deep Learning) в задачах медицинской визуализации.
17. Компьютерные системы поддержки диагноза типа CAdE: особенности разработки, области клинического применения, преимущества и ограничения.
18. Компьютерной системы поддержки диагноза типа CAdX: особенности разработки, области клинического применения, преимущества и ограничения.
19. Способы использования CAD в лучевой диагностике: первое, второе и конкурентное чтения.
20. Принцип выбора диагностического метода для скрининга. Причина формирования «порочного круга» скрининга.
21. Сравнительная оценка потенциала CAdE и CAdX в аспектах автоматизации и классификации диагностических изображений.
22. Причины диагностических ограничений CAD-систем и ошибки первого рода.

23. Применение CAD-систем в онкопульмонологии. Низкодозовая КТ в раннем распознавании рака легких.
24. Применение CAD-систем в маммологии (скрининг рака молочной железы).
25. Применение CAD-систем кардиологии (сосудистые стенозы и аневризмы, перфузия миокарда).
26. Применение CAD-систем при виртуальной колоноскопии.
27. Применение CAD-систем в нейрорадиологии (опухоли и диффузные поражения головного мозга).
28. Применение CAD-систем в остеологии (диагностика остеопороза и его осложнений).
29. Клинические критерии эффективности систем предоперационного моделирования.
30. Экспертная оценка диагностических лучевых изображений. Параметры согласованности мнений экспертов.
31. ROC-анализ диагностической эффективности CAD. Принципы получения и оценки характеристической кривой.

Примеры тестовых заданий

1) Целью использования компьютерной системы поддержки диагноза типа CADe при КТ легких является:

- а) дифференцировка злокачественной и доброкачественной природы очагов;
- б) определение необходимости дополнительных исследований;
- в) локализация и выделение «подозрительных» очагов визуальными маркерами;
- г) оптимизация яркости и контраста изображения.

Ответ: в.

2) Принципом объемного рендеринга (VR) при построении персонифицированных диагностических моделей является:

- а) отражение вокселей определенной интенсивности по ходу луча зрения;
- б) установка заданного значения порога КТ-чисел;
- в) участие в формировании изображения всей совокупности вокселей в луче зрения;
- г) подбор наиболее контрастных цветов для прилежащих анатомических структур.

Ответ: а.

3) Диагностической задачей применения компьютерной системы поддержки диагноза типа CADx при КТ легких является:

- а) дифференцировка злокачественной и доброкачественной природы очагов;
- б) определение необходимости дополнительных исследований;
- в) локализация и выделение «подозрительных» очагов визуальными маркерами;
- г) оптимизация яркости и контраста изображения.

Ответ: а.

4) Согласование частотно-контрастных характеристик (ЧКХ) глаза и рентгеновского изображения для улучшения восприятия мелких деталей проводится путем:

- а) регулировки контрастности изображения;
- б) регулировки частоты обновления экрана монитора;
- в) регулировки яркости изображения;
- г) оптимального увеличения изображения.

Ответ: г.

5) Метод отображения затененной поверхности (SSD) минимально проявляет присущие ему ограничения («разъедание») при использовании для реконструкции:

- а) ветвления сосудов;
- б) внутренних стенок полостных структур (виртуальная эндоскопия);
- в) сегментации печени;
- г) карт перфузии головного мозга.

Ответ: в.

6) Коэффициент конкордации применяется в лучевой диагностике для:

- а) оценки диагностической эффективности теста;
- б) оценки согласованности мнений экспертов при анализе медицинского изображения;
- в) характеристики соотношения сигнал/шум;
- г) расчета эквивалентной дозы для данного вида излучения.

Ответ: б.

7) Подтверждение диагностической эффективности систем компьютерной поддержки диагноза проводится на основе:

- а) экспертных заключений специалистов со стажем работы в лучевой диагностике не менее 10 лет;
- б) ROC-анализа при сопоставлении с референтным тестом;
- в) сравнения скорости принятия решения CAD-системой и рентгенологом;
- г) оценки наглядности маркеров патологических очагов.

Ответ: б.

8) Ключевым преимуществом ROC-анализа диагностической эффективности является:

- а) учет преваленса;
- б) скорость получения результата;
- в) наглядность сравнительной оценки тестов;
- г) исключение влияния на результат некорректной или субъективной установки пороговых значений принятия решения.

Ответ: г

9) Критерием прогрессирования солидной опухоли при компьютерном анализе по RECIST 1.1 является увеличение суммы диаметров основных очагов на:

- а) 10% и более;
- б) 20% и более;
- в) 30% и более;
- г) 50% и более.

Ответ: б.

10) Диагностическая эффективность больше у того метода визуализации, характеристическая кривая (ROC) которого:

- а) ближе к верхнему левому углу диаграммы;
- б) ближе к верхнему правому углу диаграммы;
- в) ближе к нижнему правому углу диаграммы;
- г) имеет большую площадь под кривой (AUROC) и эта разница статистически достоверна ($p < 0,05$).

Ответ: г.

11) Однородные структуры при анализе компьютерной томограммы характеризуются диапазоном стандартного отклонения (SD) плотностей вокселей:

- а) 1-2 HU;
- б) 4-5 HU;
- в) 10-15 HU;

г) 20-40 НУ.

Ответ: в.

12) Какой из перечисленных критериев необходимо использовать для оценки эффективности компьютерной системы предоперационного планирования:

- а) мощность процессора рабочей станции;
- б) наглядность цветового кодирования анатомических структур;
- в) уровень интраоперационной кровопотери;
- г) возможность использования на мобильных средствах визуализации (планшет, смартфон).

Ответ: в.

13) Причина формирования «порочного круга скрининга» это:

- а) последовательное ложное завышение оценки преваленса заболевания;
- б) различная квалификация врачей на диагностических этапах;
- в) использование неадекватного референтного теста;
- г) отсутствие рандомизации обследуемых лиц.

Ответ: а.

14) Ключевым свойством нейронных сетей, применяемых в лучевой диагностике для распознавания образов, является:

- а) способность к обучению путем настройки архитектуры и взаимодействия между нейронами;
- б) оптимальное использование ресурсов вычислительной системы;
- в) использование теоремы Байеса для определения весовых коэффициентов связей при выработке экспертного решения;
- г) применение текстурного анализа для выявления свойств изображения.

Ответ: а.

15) Какая цифровая технология *не* позволяет получать рентгеновское изображение в реальном масштабе времени:

- а) оцифровка сигнала с рентгеновского электронно-оптического преобразователя (РЭОП);
- б) CR-система на основе стимулируемых люминофоров;
- в) система «экран-оптика-ПЗС»;
- г) полноформатный приемник рентгеновского излучения.

Ответ: б.

16) Какая технология получения цифрового рентгеновского изображения имеет максимальное разрешение (пар линий/мм)?

- а) оцифровка сигнала с рентгеновского электронно-оптического преобразователя (РЭОП);
- б) CR-система на основе стимулируемых люминофоров;
- в) система «экран-оптика-ПЗС»;
- г) полноформатные (плоскопанельные) приемники рентгеновского излучения.

Ответ: г.

17) Основной проблемой существующих CAD-систем, которую следует учитывать при клиническом применении методов компьютерной поддержки диагностики, является:

- а) необходимость использования мониторов с большой диагональю экрана;
- б) повышение вероятности ложноположительного результата;
- в) повышение вероятности ложноотрицательного результата;
- г) длительность распознавания патологических очагов.

Ответ: б.

18) Моделирование русла артерий и вен одномоментным способом для предоперационного планирования по данным МСКТ необходимо проводить на основе:

- а) артериальной фазы контрастного усиления;
- б) фазы равновесия контрастного усиления;
- в) портальной фазы контрастного усиления;
- г) нативного томографического изображения.

Ответ: в

19) Укажите признаки, которые целесообразно использовать при обучении искусственной нейронной сети CADx для дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных узелков на КТ:

- 1) злокачественные;
- 2) доброкачественные;

- A) фон в виде «матового стекла»;
- B) солидный характер;
- C) неровный контур;
- D) округлые границы;
- E) кальцинаты;

Ответ: 1 – A, C; 2 – B, D, E.

20) Расположите в правильном порядке этапы компьютерной обработки и анализа медицинского диагностического изображения:

- а) сегментация;
- б) фильтрация;
- в) классификация патологического процесса;
- г) распознавание и локализация.

Ответ: б, а, г, в

21) Для оптимизации диапазона яркостных характеристик диагностического изображения используется:

- а) стандартное отклонение (SD) плотности;
- б) яркость максимальной плотности;
- в) гистограмма плотности;
- г) яркость минимальной плотности.

Ответ: в.

22) В какой ситуации CAD-системы могут использоваться для первичного просмотра (чтения) диагностических медицинских изображений:

- а) при патологии, не относящейся к социально значимым заболеваниям;
- б) при недостаточной квалификации врача;
- в) использование таких систем для первичного чтения недопустимо;
- г) при объеме лучевых исследований, превышающем нормативы на врачебную должность.

Ответ: в.

Ситуационная задача (пример) для работы на практическом занятии

За год в клинике госпитальной хирургии рак толстой кишки диагностирован у 100 больных. С целью выявления метастазов в печень всем пациентам была проведена статическая сцинтиграфия печени с ^{99m}Tc — коллоид.

В результате исследования очаговые изменения в печени (холодные очаги 2-3 см в

диаметре) были выявлены у 42 больных. При операции наличие метастазов в печень было подтверждено у 38 пациентов. Кроме того, при операции дополнительно у 26 больных были выявлены более мелкие метастазы в печень.

Составьте матрицу решений. Определите информативность статической сцинтиграфии при выявлении метастазов в печень.

Эталон ответа:

Сцинтиграфия	mts есть	mts нет	Всего
Положительные	Истинноположительные TP 38	Ложноположительные FP 4	T+ 42
Отрицательные	Ложноотрицательные FN 26	Истинноотрицательные TN 32	T- 58
Итого	D+ 64	D- 36	N 100

$$Sn = \frac{TP}{D+} \times 100\% = \frac{38}{64} \times 100\% = 59,4\% \quad - \text{чувствительность}$$

$$Sp = \frac{TN}{D-} \times 100\% = \frac{32}{36} \times 100\% = 88,9\% \quad - \text{специфичность}$$

$$AC = \frac{TP + TN}{N} \times 100\% = \frac{38 + 32}{100} \times 100\% = 70\% \quad - \text{точность}$$

$$PV+ = \frac{TP}{T+} \times 100\% = \frac{38}{42} \times 100\% = 90,5\% \quad - \text{прогностичность положительного результата}$$

$$PV- = \frac{TN}{T-} \times 100\% = \frac{32}{58} \times 100\% = 55,2\% \quad - \text{прогностичность отрицательного результата}$$

11. Нормативные правовые акты

- Приказ Минздрава России от 08.10.2015 N 707н (ред. от 04.09.2020) "Об утверждении Квалификационных требований к медицинским и фармацевтическим работникам с высшим образованием по направлению подготовки "Здравоохранение и медицинские науки" (Зарегистрировано в Минюсте России 23.10.2015 N 39438)
- Приказ Министерства здравоохранения РФ от 7 октября 2015 года № 700н «О номенклатуре специальностей специалистов, имеющих высшее медицинское и фармацевтическое образование»;
- Приказ Министерства здравоохранения РФ от 9 июня 2015 года № 328 «Об утверждении Положения о модели отработки основных принципов непрерывного медицинского образования для врачей-терапевтов участковых, врачей-педиатров участковых, врачей общей практики (семейных врачей) с участием общественных профессиональных организаций»;
- Приказ Министерства здравоохранения РФ от 27 августа 2015 года № 599 «Об организации внедрения в подведомственных Министерству здравоохранения Российской Федерации образовательных и научных организациях подготовки медицинских работников по дополнительным профессиональным программам с применением образовательного сертификата» ;
- Приказ Министерства здравоохранения РФ от 15 марта 2021 г. N 205н "Об утверждении Порядка выбора медицинским работником программы повышения квалификации в организации, осуществляющей образовательную деятельность, для

направления на дополнительное профессиональное образование за счет средств нормированного страхового запаса Федерального фонда обязательного медицинского страхования, нормированного страхового запаса территориального фонда обязательного медицинского страхования"

- Решение Ученого совета ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России по вопросу «Проблемы и перспективы дополнительного профессионального образования работников сферы здравоохранения» от 25.03.2016 г.;

- Решение Ученого совета ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России по вопросу «Стратегия развития образовательной сферы университета (дипломный и последипломный этапы)» от 25.10.2019 г.